O. Kellner

Die Ernährung der landwirtschaftlichen Nutztiere

Neunte Auflage

Verlag von Paul Parey in Berlin

EIGENTUM

VON:

Digitized by the Internet Archive
in 2025 with funding from
University of Toronto

https://archive.org/details/34444006802276



Dr. O. Kellner.

Agric
Stock
K

Die Ernährung
der
landwirtschaftlichen Nutztiere.

Lehrbuch

auf der Grundlage physiologischer Forschung
und praktischer Erfahrung

bearbeitet von

Dr. O. Kellner,
weil. Geh. Hofrat und Professor, Vorstand der Kgl. Versuchsanstalt Möckern.

Neunte, neubearbeitete Auflage

herausgegeben von

Dr. G. Fingerling,
Professor, Vorstand der Versuchsanstalt Möckern.

170916
2/5/22

Berlin
Verlagsbuchhandlung Paul Parey
Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen
SW. 11, Hedemannstraße 10 u. 11
1920.

Agric
S
K

UNIVERSITY OF TORONTO LIBRARY

Alle Rechte, auch das der Übersetzung, vorbehalten.
Nachdruck der Tabellen im Text wie im Anhang, auch auszugsweise, verboten.

Copyright by Paul Parey, Berlin 1920.
(Gesetzliche Formel für den urheberrechtl. Schutz in den Vereinigten Staaten von Amerika.)

Vorwort zur ersten Auflage.

Wer, wie der Verfasser des vorliegenden Buches, den Ausbau eines bestimmten Wissensgebietes zu seiner Lebensaufgabe gemacht und sich fast ein Menschenalter hindurch mit Forschungen auf diesem Gebiete beschäftigt hat, der wird die Gelegenheit, seine Beobachtungen und Erfahrungen in das vorhandene System einzureihen, gern ergreifen. In solcher Lage befand sich der Verfasser, als vor einiger Zeit die Verlagsbuchhandlung Paul Parey an ihn mit dem Ansuchen herantrat, ein für den gebildeten Landwirt bestimmtes Lehrbuch zu schreiben, das den gegenwärtigen Stand der Fütterungslehre behandeln und außer dem Studium zugleich auch der Praxis dienen sollte. Dieser Anregung gab der Verfasser um so lieber Folge, als wohl die meisten Zusammenstellungen über die Fütterung der Nutztiere ihre Entstehung gerade solchen Autoren verdanken, die an der Entwicklung der Ernährungslehre selbst keinen Anteil haben und deren Forschungsapparat nur aus Schreibutensilien und Gedrucktem besteht.

Zu einer Zusammenfassung des bisher Erreichten erscheint der gegenwärtige Zeitpunkt besonders geeignet. Es ist durch die Untersuchungen des Verfassers über die Verwertung der einzelnen Nährstoffe und ganzer Futtermittel eine weitere Stufe in unserer Kenntnis der Vorgänge im Tierkörper erreicht und erkannt worden, daß die Futterzumessung nach verdaulichen Nährstoffen auf unrichtigen Voraussetzungen beruht. Der Gehalt der Futtermittel an verdaulichem Material deckt sich nicht mit ihrer Nährwirkung, vielmehr spielen hier der Verarbeitungsaufwand, die Fäulnis- und Zersetzungsvorgänge im Futterbrei und andere Dinge eine nicht zu unterschätzende Rolle. Die Untersuchung dieser Verhältnisse bei den hauptsächlichsten Vertretern der verschiedenen Futtermittelgruppen hat den Verfasser in den Stand gesetzt, die Wertschätzung der Futterstoffe und die Futterberechnung nunmehr auf die am Tiere selbst ermittelten Produktionswirkungen zu gründen. Das vorliegende Buch verläßt daher das bisher befolgte schablonenmäßige Verfahren, die verdaulichen Nährstoffe zur alleinigen Grundlage zu nehmen, und geht dazu über, die Eigenart *jedes* Futtermittels näher festzulegen und mit denjenigen Werten zu rechnen, von welchen die tierischen Leistungen abhängen. Manche Lücken, die noch der Ausfüllung harren, dürfen uns nicht davon abhalten, den als richtig erkannten Weg auch wirklich zu betreten; ist die Zahl der auf ihre Leistung untersuchten Futtermittel auch noch keine sehr große, so erreicht sie doch bereits annähernd denselben Stand, bei welchem man vormals die Rechnung mit Rohnährstoffen aufgab und das Futter

nach seinem Gehalte an verdaulichen Nährstoffen zu bemessen anfing. Der neue Weg ist bereits soweit gangbar und sicher, daß er der Praxis geöffnet werden kann.

Neben dem Stoffumsatz, welcher bisher allein in der landwirtschaftlichen Fütterungslehre Berücksichtigung gefunden hat, sucht das vorliegende Lehrbuch auch die Verhältnisse des Energie-Umsatzes allenthalben zur Erklärung der Vorgänge im Tierkörper heranzuziehen. Vieles, was bei der bisherigen einseitigen Behandlung der Tatsachen — bei der ausschließlichen Betrachtung des Stoffwechsels — unklar und undurchsichtig geblieben ist, wird durch die Betrachtung des Kraftwechsels dem Verständnis erheblich näher gerückt; ja die Fortschritte, welche in letzter Zeit auf dem Gebiete der Ernährungslehre gemacht worden sind, beruhen großenteils auf der Erforschung der energetischen Verhältnisse, die bei der Verwertung der Nahrung eine Rolle spiele.

Im übrigen ist der Verfasser von der Absicht geleitet gewesen, nicht bloß die nackten Tatsachen, welche auf experimentellem Wege zutage gefördert worden sind, in ein System zu bringen, sondern diese Tatsachen, soweit als angängig, auch mit den hauptsächlichsten Versuchsergebnissen zu belegen und näher zu begründen. Daß hierbei nicht sämtliche, sondern nur die wichtigsten Untersuchungen berücksichtigt werden konnten, liegt in der Natur eines Lehrbuches.

Die dem Buche beigegebenen Tabellen I und II haben zu ihrem Ausgang das verdienstvolle Werk über die „Zusammensetzung und Verdaulichkeit der Futtermittel" (2 Bände, Berlin 1891) von Th. Dietrich und J. König, die dem Verfasser in liebenswürdiger Weise die Benutzung ihrer Zahlen gestattet haben. Berichtigt und ergänzt, sowie den gegenwärtigen Verhältnissen angepaßt wurden diese Zahlen auf Grund der von den Versuchsstationen herausgegebenen Jahresberichte und anderer Zusammenstellungen, sowie eigener Untersuchungen des Verfassers. Für die Bearbeitung des Sachregisters bin ich meinem Assistenten Herrn M. P. Neumann zu besonderem Danke verpflichtet.

Möckern bei Leipzig, Januar 1905.

O. Kellner.

Vorwort zur achten Auflage.

Schon 2 Jahre nach dem Erscheinen der 7. Auflage des Kellnerschen Lehrbuches „Die Ernährung der landw. Nutztiere" wurde ich vom Verlage davon in Kenntnis gesetzt, daß das Werk vollkommen vergriffen sei und sich die sofortige Herausgabe einer Neuauflage nötig mache. Leider hat sich dieser Wunsch nicht erfüllen lassen. Wie das Erscheinen der 7. Auflage durch den Ausbruch des Krieges um ein volles Jahr verzögert wurde, so hat die 8. Auflage durch die Zustände, die die Beendigung des Krieges mit sich brachte, erst

verspätet erscheinen können. Das Kellnersche Werk war daher über 9 Monate auf dem Büchermarkt vergriffen.

Bei der Bearbeitung der neuen Auflage habe ich mich von denselben Gesichtspunkten leiten lassen, die den Grundzug der Kellnerschen Methode bildeten: Kritische Auslese bezügl. der Verwertung der Neuerscheinungen und strenge Scheidung von Korn und Spreu. Diese Stellungnahme den Neuerscheinungen gegenüber ist meines Erachtens notwendig angesichts der modernen Betriebsamkeit, mit der unausgereifte Versuche und Beobachtungen zur Veröffentlichung gelangen.

Die während des Krieges gemachten Erfahrungen sind, soweit sie zu abgeschlossenen Ergebnissen geführt haben, berücksichtigt worden. Namentlich habe ich die Ersatzfuttermittel — Strohaufschließung, Stroh- und Heumahlung, Leimverarbeitung usw. — eingehender besprochen. Auch in sonstiger Beziehung ist diese Neuauflage gründlich durchgesehen und es konnte dabei mancher Fehler, der von einer Auflage in die andere übernommen wurde, ausgemerzt werden. Im übrigen habe ich auch in der neuen Auflage an dem Eckpfeiler der Kellnerschen Bearbeitung nicht gerüttelt. Diejenigen Kapitel, die einer Erweiterung bedürftig sind, harren auch heute noch des experimentellen Studiums, und das ist verständlich, wenn man den hemmenden Einfluß des Krieges auf unser Wirtschaftsleben in Betracht zieht. Möchten sich die Verhältnisse in Deutschland bald so gestalten, daß die bestehenden Lücken durch gründliche Forschung ausgefüllt werden können.

Leipzig-Möckern, im Juni 1919.

Gustav Fingerling.

Vorwort zur neunten Auflage.

Wenige Wochen nach dem Erscheinen der 8. Auflage machte sich die Herausgabe einer neuen Auflage geltend, ein Zeichen dafür, wie sehr das Kellnersche Werk durch die Umstände, die im Vorwort zur 8. Auflage dargelegt worden sind, vergriffen war.

In der Kürze der Zeit konnten daher nur wenige Neuerscheinungen der Literatur aufgenommen werden. Das Tabellenwerk wurde einer eingehenden Kontrolle unterzogen und dabei sind verschiedene Berichtigungen angebracht worden.

Leipzig-Möckern, im August 1920.

Gustav Fingerling.

Inhalt.

Zweiter Teil.

Die Futtermittel, ihre Eigenschaften, Konservierung, Zubereitung und Verwendbarkeit.

Dritter Teil.

Die Fütterung der Nutztiere unter den Verhältnissen der landwirtschaftlichen Praxis.

Erster Teil.

Die Zusammensetzung, Verdauung und Verwertung der Futterstoffe.

Erstes Kapitel.

Die Bestandteile der Futtermittel.

Die chemische und mikroskopische Untersuchung aller derjenigen Produkte des Tier- und Pflanzenreiches, welche als Nahrungs- und Futtermittel Verwendung finden, hat uns Tausende verschiedener, chemisch voneinander mehr oder weniger scharf abgegrenzter Bestandteile kennen gelehrt und fördert immer wieder neue Stoffe zutage, die für sich oder in Verbindung mit anderen bereits bekannten Substanzen an der Erhaltung und dem Aufbau des Tier- und Pflanzenleibes teilnehmen. Viele dieser Stoffe treten freilich in so geringen Mengen auf, daß es der Aufbietung ganz besonderer Hilfsmittel bedurfte, um ihre Anwesenheit festzustellen und ihre Natur zu erkennen. Andere jedoch, und darunter solche, die geradezu allgemein verbreitet und für die tierische Ernährung keineswegs bedeutungslos sind, wie die Galaktan- und Mannan-Verbindungen der Hemizellulosen, die Pentosane, die stickstoffhaltigen Substanzen nicht-eiweißartiger Natur — haben sich lange der Auffindung entzogen und sind erst in neuerer Zeit näher erforscht worden.

1. Wasser- und Trockensubstanz.

Um angesichts dieser Mannigfaltigkeit in der stofflichen Zusammensetzung der Futtermittel einen Überblick über diese Verhältnisse zu gewinnen, gilt es, Gleichartiges zusammenzufassen und von Ungleichartigem zu trennen. Wir unterscheiden in dieser Hinsicht bei einem jeden Futterstoff zunächst einen Gehalt an Wasser- und Trockensubstanz. — Als Wasser oder Feuchtigkeit bezeichnet man denjenigen Teil eines Futterstoffes, welcher sich beim Trocknen bei 100° C. verflüchtigt. Das, was bei dieser Operation zurückbleibt, ist, wie der Name sagt, die Trockensubstanz. Fast alle Futtermittel, die einer Zersetzung durch Gärung

oder Fäulnis nicht ausgesetzt gewesen sind, geben, wenn sie in einem sogenannten indifferenten Gase (Wasserstoff, Stickstoff, gereinigtem Leuchtgase usw.) bei der genannten Temperatur oder unter Luftausschluß über einer wasseranziehenden Substanz getrocknet werden, nichts anderes ab als Wasser. Ist aber das Futtermittel durch Mikroorganismen oder sonstwie verändert oder zersetzt (Sauerfutter, dumpfige oder ranzige Futterstoffe), dann verflüchtigen sich außer Wasser auch gewisse Zersetzungsprodukte, wie Milchsäure, Buttersäure, Essigsäure, Ammoniak usw., welche nicht dem Wasser, sondern der Trockensubstanz zuzurechnen sind. Dasselbe gilt von solchen Bestandteilen, die wie manche ätherische Öle in vereinzelten Futterstoffen vorkommen und beim Trocknen zusammen mit dem Wasser in die Luft entweichen.

2. Organische Substanz und Mineralstoffe.

Der nach der Entfernung des Wassers verbleibende Rückstand eines Futtermittels, die Trockensubstanz, besteht aus organischer Substanz und Mineralstoffen.

Die organische Substanz stellt den verbrennlichen, die Mineralstoffe den unverbrennlichen Teil der Trockensubstanz dar, woraus jedoch nicht zu folgern ist, daß der nach gewöhnlicher Verbrennung zurückbleibende Rest, die Asche, sämtliche vor der Veraschung vorhanden gewesene Mineralstoffe und nur diese enthält. Einerseits verflüchtigen sich nämlich bei der gewöhnlichen Verbrennung an der Luft in der Regel kleine Mengen von Schwefel, Phosphor, Chlor, die man ihrer Geringfügigkeit wegen unberücksichtigt zu lassen pflegt; andrerseits entsteht aus der verbrennenden organischen Substanz Kohlensäure, die unter Umständen mit manchen Mineralstoffen (Kalk, Magnesia, Kali, Natron) eine chemische Verbindung eingeht und in der Form der Karbonate dieser Stoffe in der Asche verbleibt. Will man daher den genauen Gehalt eines Futtermittels an Mineralstoffen kennen lernen, so hat man die Menge dieser bei der Veraschung erst erzeugten Kohlensäure zu ermitteln und von dem Gewichte der kohlefreien Asche abzuziehen; man erhält auf diese Weise einen Ausdruck für den Gehalt an „Reinasche“. Vielfach freilich begnügt man sich, wenn es auf größere Genauigkeit nicht ankommt, mit der Feststellung des Gewichtes an weißgebrannter Asche, welche außer Kohlensäure auch noch kleine Mengen Kohle enthalten kann und als „Rohasche“ bezeichnet wird. Zieht man den auf die eine oder andere Weise ermittelten Mineralstoffgehalt von der Menge der Trockensubstanz ab, so erhält man den Gehalt des Futtermittels an organischer Substanz. Sowohl die organische Substanz, wie auch die Asche der Futtermittel bestehen nicht aus einem einzigen chemischen Körper, sondern stellen Mischungen sehr verschiedener Substanzen dar, die wir etwas näher zu betrachten haben.

3. Bestandteile der organischen Substanz.

Mit Rücksicht auf ihre Eigenschaften und ihre physiologische Wirkung pflegt man die Bestandteile der organischen Substanz in folgende Gruppen zusammenzufassen:

a) Stickstoffhaltige Substanzen.

I. Die Eiweiß- oder Proteinstoffe.

II. Die stickstoffhaltigen Stoffe nicht-eiweißartiger Natur.

b) Stickstofffreie Stoffe.

III. Die Fette und Öle.

IV. Die Rohfaser.

V. Die stickstofffreien Extraktstoffe.

Auch unter diesen 5 Gruppen besteht keine aus einem einzigen, chemisch scharf charakterisierten Stoffe, sondern eine jede derselben umfaßt eine große Anzahl verschiedener Substanzen, die zum Teil nur aus Zweckmäßigkeitsgründen zu der einen oder anderen Gruppe gerechnet werden.

I. Die Eiweiß- oder Proteinstoffe.

Die Eiweißstoffe sind außerordentlich kompliziert zusammengesetzte Verbindungen, welche Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff und Schwefel enthalten. In einigen derselben kommt auch Phosphor vor, in anderen erscheint eine kleine Menge Eisen als regelmäßiger Bestandteil. Betreffs des prozentischen Anteils, welchen die einzelnen Elemente an der Zusammensetzung der Eiweißkörper haben, besteht zwischen den einzelnen Gliedern dieser umfangreichen Stoffgruppe eine gewisse Ähnlichkeit, indem die von zuverlässiger Seite hierfür erlangten Zahlen sich innerhalb folgender Grenzen bewegen:

Kohlenstoff	50,6—55,2%
Wasserstoff	6,5— 7,3 „
Stickstoff	15,0—18,4 „
Schwefel	0,3— 2,3 „
Phosphor.	0,4— 0,9 „
Sauerstoff	20,8—23,6 „

Für die mittlere Zusammensetzung sind vielfach die folgenden Zahlen in Geltung:

Kohlenstoff	52%
Wasserstoff	7 „
Stickstoff	16 „
Schwefel	2 „
Sauerstoff	23 „

Diese Elemente sind nun in den verschiedenen Eiweißstoffen in sehr mannigfaltiger Weise gruppiert. Während aus einzelnen derselben bei der Zersetzung mittels starker Säuren Kohlenhydrate oder Pentosane abgespalten werden, liefern andere bei der gleichen Behandlung keine Spur dieser Stoffe. Ebenso wechselvoll gestaltet sich hierbei die Ausbeute an stickstoffhaltigen Zersetzungsprodukten; dem Salmin, einem der einfachsten zur Gruppe der Protamine gehörigen Eiweißstoffe, welches bei der Spaltung durch Säuren 87,4% Arginin gewinnen ließ, stellt sich aus der Gruppe der Globuline das Edestin aus Hanfsamen mit 11,7%, das Legumin mit 4,6%, das Zein aus Mais mit 1,2% Arginin gegenüber; und ähnlich mannigfach sind die Mengen von Lysin, Histidin, Leucin, Tyrosin, Asparaginsäure, Glutaminsäure, Glycocoll, Ammoniak usw., die bei der Spaltung der

verschiedenen Eiweißstoffe entstehen. Auch in der Bindung des Schwefels im Eiweißmolekül finden sich bemerkenswerte Unterschiede, indem je nach der Art des Eiweißstoffes durch Einwirkung von Alkalien wechselnde Mengen Schwefel als Sulfid abgespalten werden.

Aus diesen Betrachtungen ergibt sich, daß die Eiweißstoffe eine Gruppe sehr verschiedenartiger Verbindungen bilden, in denen wahrscheinlich nur einzelne Atomkomplexe gleicher Art vorkommen. Trotzdem zeigen sie durch mancherlei Eigenschaften an, daß sie untereinander verwandt sind. Gemeinsam ist ihnen zunächst, daß sie weder tierische noch pflanzliche Membrane zu durchdringen vermögen. Dieser ihrer Eigenschaft als Kolloide entspricht es auch, daß sie die Fähigkeit haben, in zwei Modifikationen aufzutreten; in der gelösten oder wie manche annehmen gequollenen Form als Sol und im geronnenen Zustande als Gel. Ganz wie die anorganischen Kolloide (Eisenoxyd, Tonerde, Kieselsäure) kommen einzelne Eiweißstoffe in der Natur auch in kristallisierter Form (Aleuronkristalle) vor oder lassen sich auf künstlichem Wege in diesen Zustand überführen. Letzteres gelang zuerst, als man wasserlösliche Verbindungen gereinigter Eiweißstoffe mit Magnesia bei niedriger Temperatur eindunstete oder diese Lösungen in einem Dialysator in absoluten Alkohol einstellte; es schieden sich hierbei kristallinische Körper von der Zusammensetzung der Eiweißstoffe ab. Der gleiche Erfolg wurde später erzielt, als man konzentrierte Lösungen von Ammoniumsulfat, in denen Eiweißstoffe in gelöster Form enthalten waren, langsam eindunsten ließ. Durch wiederholte Vornahme dieser Operation gelang es, Kristalle von gleichbleibender Zusammensetzung und gleichartiger Form zu erhalten, was indessen noch nicht dazu berechtigt, diese Produkte als einheitliche chemische Verbindungen aufzufassen; denn es ist klar, daß bei der Anwendung gleicher Reinigungs- und Kristallisationsmethoden auf ein und dieselbe Eiweißsubstanz man immer zu ganz ähnlichen Endprodukten gelangen muß. Bei der oft sehr geringen Verschiedenheit aber, welche manche Eiweißkörper untereinander zeigen, kann dann weder die Kristallform, noch die Elementarzusammensetzung, noch das Mischungsverhältnis der Spaltungsprodukte sichere Auskunft darüber geben, ob der dargestellte Eiweißstoff nicht dennoch ein Mischprodukt sei.

Trotzdem die Eiweißkörper in ihren physikalischen und chemischen Eigenschaften recht erhebliche Abweichungen aufweisen, sind ihnen doch eine Reihe charakteristischer chemischer Reaktionen gemeinsam.[1])

---

[1]) Eine der wichtigsten dieser Mittel und Wege zur Erkennung der Eiweißstoffe seien hier angeführt:

1. Ihre mit Essigsäure schwach angesäuerten Lösungen gerinnen beim Sieden.

2. Sie werden aus ihren Lösungen gefällt durch Schwefelsäure, Salzsäure, Salpetersäure, Metaphosphorsäure (nicht durch Orthophosphorsäure); aus essigsaurer Lösung durch Alkohol, Gerbsäure, Ferro- und Ferricyankalium; ferner durch Neutralsalze, wie Kochsalz, Natrium- oder Ammoniumsulfat; durch Metallsalze wie Kupfersulfat, Bleiacetat, Quecksilberchlorid; durch die Oxyhydrate des Kupfers, Bleies und Eisens; durch Phosphorwolfram- oder Phosphormolybdänsäure bei Gegenwart von freier Mineralsäure usw.

3. Mit gewissen Reagenzien zeigen sich eigentümliche Färbungen; in Kali- oder

In Ermangelung einer genaueren Kenntnis der wesentlichsten Atomgruppierung innerhalb der verschiedenen Eiweißstoffe gelten zurzeit als Einteilungs- und Unterscheidungsmerkmale teils die Bedingungen, unter denen diese Stoffe aus der ungelösten in die lösliche Modifikation übergehen, teils Besonderheiten in ihren physikalischen Eigenschaften und in ihrer Zusammensetzung. Wir teilen die Proteinstoffe ein in

1. Albumine. Diese sind selbst in völlig salzfreiem Wasser löslich und gerinnen in solcher Lösung beim Kochen nicht. Zu ihnen werden gerechnet die Albumine des Blutserums, das Laktalbumin der Milch, das Eieralbumin und die Pflanzenalbumine.

2. Globuline. In Wasser unlösliche oder auch darin lösliche Proteinstoffe, welche jedenfalls in verdünnten, neutralen, ca. 10prozentigen Lösungen von Chlornatrium, Chlorkalium, Chlorammonium usw. sich auflösen. Manche derselben werden durch Sättigen dieser Lösungen mit Kochsalz gefällt (echte Globuline), andere (die Vitelline) nicht. Glieder dieser Gruppe kommen vor im Blute, in der Lymphe, in der Muskelsubstanz, im Eiweiß und Dotter der Eier und wahrscheinlich im Protoplasma aller aktiven tierischen und pflanzlichen Zellen, namentlich aber in den Samen und Früchten, in denen sie die Hauptmasse der Proteinsubstanzen bilden.

3. Fibrine. Diese stellen im frischen Zustande eine zähe elastische, faserige Masse dar und sind wegen dieser rein äußerlichen, an die Beschaffenheit des Blutfibrins (Blutgerinnsels) erinnernden Eigenschaft zu einer Gruppe zusammengefaßt worden. Sie sind unlöslich in Wasser und neutralen Salzlösungen und zeichnen sich durch eine manchmal nicht unbedeutende Löslichkeit in Alkohol vor anderen Proteinstoffen aus. Sie bilden den Hauptbestandteil des Weizenklebers und werden daher auch als Kleberproteinstoffe bezeichnet. Von anderen Körnerarten enthält nur der Roggen und Mais eine geringe Menge dieser Eiweißstoffe.

4. Nukleoalbumine. Die zu dieser Gruppe gehörigen Proteinstoffe sind phosphorhaltig und haben die Eigenschaften einer starken Säure. Durch Behandlung mit saurem Magensaft wird aus ihnen ein phosphorhaltiges Produkt Paranuklein, in geringer Menge abgespalten, welches eine Verbindung von Eiweiß mit Metaphosphorsäure sein soll. Die Nukleoalbumine finden sich im Verein mit den Albuminen und Globulinen im Protoplasma und in den Kernen aller tierischen und pflanzlichen Zellen. Der Hauptrepräsentant derselben ist das Kasein der Milch, welches aus dem Zerfall der Zellen der Milchdrüse hervorgeht.

Natronlauge gelöst und mit einigen Tropfen verdünnter Kupfersulfatlösung versetzt, geben sie eine rotviolette oder violettblaue Färbung (Biuretprobe); mit einer Lösung von Quecksilber in Salpetersäure, welche etwas freie salpetrige Säure enthält (Millons Reagens), gekocht, nehmen sie eine rosenrote Färbung an; durch starke Salpetersäure werden sie in der Siedhitze gelb gefärbt (Xanthoproteinsäure-Reaktion); eine geringe Menge von Eiweiß in einer Mischung von 1 Teil konzentrierter Schwefelsäure und 2 Teilen Eisessig färbt beim Erwärmen die Flüssigkeit rotviolett; mit konzentrierter Essigsäure und wenig Rohrzucker können Eiweißstoffe eine schöne rote Färbung geben.

5. Proteide. Unter diesem Namen werden eine Anzahl Proteinstoffe zusammengefaßt, welche komplizierter als die bisher genannten Gruppen zusammengesetzt sind und mit Säuren als nächste Spaltungsprodukte einerseits Eiweißstoffe, andrerseits irgendwelche andere, nicht eiweißartige Stoffe, Kohlenhydrate, Farbstoffe, Nukleine usw. liefern. Es gehören hierzu die Glykoproteide, welche unter ihren Spaltungsprodukten Kohlenhydrate oder Pentosen erkennen lassen, wie z. B. die Schleimstoffe (Mucine) des Speichels, der Galle, der Sehnen; ferner die Nukleoproteide, aus welchen bei der Behandlung mit saurem Magensaft echte Nukleine abgespalten werden; letztere unterscheiden sich von dem Paranuklein der Nukleoalbumine (Gruppe 4) wesentlich dadurch, daß sie beim Sieden mit verdünnten Säuren Xanthinkörper liefern. Die Nukleoproteide sind Bestandteile der Kerne tierischer und pflanzlicher Zellen, kommen aber wahrscheinlich auch im Protoplasma vor.

6. Albuminoide. Unter diesem Namen faßt man alle diejenigen Proteinstoffe zusammen, welche in den bisher genannten Gruppen nicht wohl untergebracht werden können, obwohl sie in chemischer Hinsicht keine durchgreifenden Unterschiede von den eigentlichen Eiweißstoffen (Gruppen 1—3) zeigen. Die meisten dieser Gruppe angehörenden Stoffe sind Bestandteile der tierischen Hautgebilde und der Knochen. Man rechnet zu ihnen das Kollagen oder die leimgebende Substanz, welche ein Hauptbestandteil des Bindegewebes und der Knochen ist; bei anhaltendem Kochen mit Wasser geht das Kollagen in Leim (Glutin) über, welcher bei genügender Konzentration erstarrt, sobald die Flüssigkeit erkaltet. Ferner gehört zu den Albuminoiden das Keratin, der Hauptbestandteil der Lederhaut, Nägel, Hufe, Hörner und Federn, welcher eine große Widerstandsfähigkeit gegen eiweißlösende Mittel besitzt.

7. Fermente und Enzyme. — Mit diesem Namen bezeichnet man den Eiweißkörpern zugehörige Stoffe, denen die Fähigkeit innewohnt, innerhalb gewisser Temperaturgrenzen chemische Veränderungen anderer Stoffe zu bewirken, ohne sich selbst hierbei in nachweisbarem Grade zu verändern. Nahe der Gerinnungstemperatur des Eiweißes verlieren die Lösungen aller Enzyme ihre eigentümliche Wirkung. Im Tier- und Pflanzenkörper unendlich weit verbreitet, wenn auch der Menge nach hinter den anderen Proteinstoffen sehr zurückstehend, sind sie nicht bloß bei der Verdauung, sondern auch bei den stofflichen Veränderungen in den lebenden Geweben in so hervorragendem Grade beteiligt, daß ihre Mitwirkung bei sämtlichen Stoffumlagerungen im Organismus der Pflanzen und Tiere immer mehr an Wahrscheinlichkeit gewinnt. Bei der Spaltung kompliziert gebauter Moleküle, bei dem Aufbau zusammengesetzter Verbindungen aus einfacheren Stoffen, bei der Oxydation, wie bei der Reduktion, überall stoßen wir auf Fermentwirkungen. Die Zahl der Fermente, auf deren Existenz man aus ihren Wirkungen geschlossen hat, ist daher eine außerordentlich große. Als besonders wichtig kommen hier in Frage: a) die zuckerbildenden Enzyme, welche zusammengesetzte Kohlenhydrate (Di- und Polysaccharide) in einfachere (Zuckerarten) zerlegen, wie die Diastase des Malzes, die das Stärkemehl in Maltose und Dextrin umwandelt, das Ptyalin des Speichels und die Invertase

vieler niederen Pilze, deren Wirkung auf Stärkemehl bis zur Bildung von Dextrose vorschreitet und welche, wie auch das Invertin der Hefe, Rohrzucker in seine beiden Komponenten, Dextrose und Lävulose, umwandeln; b) die eiweißzerlegenden (proteolytischen) Fermente, welche in einzelnen Pflanzen, namentlich aber in den an der Verdauung beteiligten Magen- und Darmsäften aufgefunden worden sind und welche, wie das Pepsin des Magensaftes, Eiweißstoffe in Albuminosen und Peptone zerlegen oder, wie das Trypsin der Bauchspeicheldrüse und das Erepsin des Darmsaftes, das Eiweißmolekül noch vollständiger, bis zur Entstehung kristallinischer Produkte (Tyrosin, Leucin usw.) zertrümmern, c) fettspaltende Enzyme (Lipasen) der Magenschleimheit, des Pankreassaftes und mancher Samen, wie z. B. der des Rizinus, durch welche die Fette in freie Fettsäuren und Glyzerin gespalten werden; d) glukosidspaltende Fermente, unter denen am längsten bekannt das Emulsin ist, welches ein in den bitteren Mandeln vorkommendes Glukosid, das Amygdalin, bei Gegenwart von Wasser in Traubenzucker, Benzaldehyd und Blausäure zerlegt. Fermente von der Art des Emulsins sind neuerdings in den Samen zahlreicher Leguminosen, z B. der indischen Mondbohne (Phaseolus lunatus), mancher Wickenarten, in Holunderblättern, sowie in jungen Sorghumpflanzen, Ranunculusarten, grünem Lein usw. aufgefunden worden, wo sie aus gewissen Glukosiden nach Behandlung der zerkleinerten Pflanzenteile mit Wasser in der Wärme Blausäure zuweilen in so großen Mengen erzeugen, daß Tiere, die solche Samen bezw. Pflanzen verzehren, dem Tode verfallen können; in den Samen mancher Cruciferen, besonders der Senfarten, findet sich ein weiteres Ferment der in Rede stehenden Art, das Myrosin, welches ein in denselben Samen vorkommendes Glukosid, das myronsaure Kalium, bei Gegenwart von Wasser in Traubenzucker, schwefelsaures Kalium und Senföl spaltet; e) koagulierende Fermente, zu welchen das aus der Magenschleimhaut vieler Tiere darstellbare, auch in den Säften mancher Pflanzen vorhandene Labferment, sowie das die Gerinnung des Blutes vermittelnde Fibrinferment gehört; f) oxydierende Enzyme (Oxydasen), eine im Pflanzenreich weit verbreitete Fermentgruppe, deren eigentümliche Wirkung in einer Übertragung des Sauerstoffs der Luft auf andere organische Stoffe besteht; die bräunliche Färbung, welche zerschnittene Kartoffeln, Rüben, Früchte usw. mit der Zeit auf der Schnittfläche annehmen, beruht auf der Wirkung solcher Oxydasen. — Erwähnt sei noch, daß auch die Umwandlung des Zuckers in Alkohol und Kohlensäure bei der alkoholischen Gärung auf der Wirkung eines Fermentes, der Zymase, die in der Hefe entsteht, beruht, und daß auch die Milchsäuregärung durch ein spezifisches Enzym vermittelt wird; beide Fermente scheinen auch in den Geweben des Tierkörpers, sowie der höher entwickelten Pflanzen vorzukommen und eine wichtige, zurzeit freilich noch nicht vollständig erkannte Rolle zu spielen. — Von manchen Enzymen ist es nachgewiesen, daß sie nicht bloß eine spaltende Wirkung ausüben, sondern in einer Lösung der einfachsten Spaltungsprodukte diese teilweise wieder zusammenfügen. So kann z. B. das stärkezerlegende Ferment der Hefe in reinen Glukoselösungen Maltose, die Lipase in Lösungen von Glyzerin und freien Fettsäuren Triglyzeride (Fette) erzeugen, ja es erscheint möglich, daß unter geeigneten Umständen alle

Enzymwirkungen umkehrbar sind. — Viele Fermente kommen in fast allen pflanzlichen oder tierischen Geweben vor, während einzelne derselben nur auf wenige oder einzelne Pflanzenfamilien beschränkt sind.

8. Denaturierte Eiweißstoffe. Es sind dies Produkte von veränderter Beschaffenheit, welche aus den bisher beschriebenen Proteinkörpern durch Erhitzen, durch Einwirkung verschiedener chemischer Reagentien, wie Säuren, Alkalien, Alkohol u. a., sowie durch proteolytische Enzyme erhalten werden. Hierher gehören vor allem die durch Behandlung der Eiweißkörper mit Säuren bezw. Alkalien entstehenden Acid- bezw. Alkalialbumine, welche sich sowohl in ihren Lösungsverhältnissen, wie auch in ihrer Zusammensetzung von dem Ausgangsmaterial wesentlich unterscheiden; ferner die Albuminosen und Peptone, welche durch proteolytische Enzyme, besonders bei der Verdauung der Futtermittel aus Eiweißstoffen entstehen; und endlich die Atmid- oder Hitzalbuminosen, die durch Einwirkung starker Hitze aus verschiedenen Eiweißstoffen erzeugt werden. Obgleich diese denaturierten Eiweißstoffe in den gewöhnlichen Futtermitteln nur selten und in sehr geringer Menge vorkommen, besitzen doch namentlich die Albuminosen und die Peptone als Produkte der Verdauung eine hohe Bedeutung.

Die große Verschiedenheit in den Lösungs- und Fällungsverhältnissen der Eiweißkörper hat es bis jetzt unmöglich gemacht, die einzelnen Glieder dieser großen Gruppe bei der quantitativen Analyse der Futtermittel voneinander zu trennen und ihrer Menge nach zu bestimmen. Wir wissen nicht mit Sicherheit, ob die einzelnen, mit Wasser, Alkohol, Salzlösungen oder verdünnter Kalilauge aus den Futterstoffen aufgelösten Eiweißkörper als solche Bestandteile des untersuchten Materials gewesen sind, oder ob sie nicht schon bei der Auflösung und mehr noch bei ihrer weiteren Behandlung behufs Reinigung von anderen Stoffen wesentliche Veränderungen erlitten haben. Denn es steht fest, daß die Eiweißkörper mit anderen Gewebselementen lockere Verbindungen eingehen und auch untereinander in Vereinigung treten können. So fügen sich z. B. gewisse Albuminosen mit anderen Eiweißkörpern bei neutraler Reaktion der Flüssigkeit ohne weiteres zusammen, wobei sie schwer lösliche Verbindungen bilden; und auch im Organismus verschwinden einzelne Eiweißstoffe nach ihrer Einführung vollständig, indem sie sich mit den eiweißhaltigen Bestandteilen der Organe vereinigen. Daher ist der bereits angedeutete Gedanke wohl nicht von der Hand zu weisen, daß die große Mehrzahl der aus tierischen oder pflanzlichen Geweben isolierten Eiweißstoffe als zusammengesetzte Verbindungen aufzufassen sind, als deren Bausteine die neuzeitliche Forschung die sogenannten Aminosäuren (s. S. 10) erkannt hat. In welchen Mengenverhältnissen die einzelnen Aminosäuren am Aufbau der verschiedenen Eiweißkörper beteiligt sind, ist vorläufig in Ermangelung genauer quantitativer Methoden zu ihrer Isolierung noch nicht festgestellt. Die großen Erfolge,[1]) die in neuerer Zeit auf diesem Gebiete der physiologischen Chemie

[1]) Eine Zusammenfassung des bisher Erreichten bietet in meisterhafter Darstellung das Lehrbuch der physiol. Chemie von Emil Abderhalden. 3. Aufl.

dank der bahnbrechenden Forschungen E. Fischers und E. Abderhaldens erzielt worden sind, berechtigen aber zu der Hoffnung, daß es vielleicht schon in naher Zukunft möglich sein wird, durch den zu ermittelnden Aufbau der verschiedenen Eiweißkörper ihr Verhalten, das, wie oben dargelegt, vor der Hand noch zu zahlreichen Gruppierungen zwingt, aufzuklären und dadurch die Aufstellung eines einheitlichen Systems zu ermöglichen.

Bis dieses Ziel erreicht sein wird, erscheint es aus Gründen praktischer Natur berechtigt, bei der Analyse der Futtermittel die verschiedenen Eiweißkörper in eine Gruppe zu fassen und die Zusammensetzung aller Eiweißstoffe nach den mittleren Zahlen zu berechnen, welche auf S. 3 bereits angegeben sind, und zwar verfährt man bei der Analyse so, daß man nur den am leichtesten zu ermittelnden Elementarbestandteil, den Stickstoff der Eiweißstoffe, quantitativ bestimmt und aus diesem den Gehalt des untersuchten Stoffes an Protein berechnet. Da der erwähnten Zusammensetzung nach 100 Teile Protein 16 Teile Stickstoff enthalten, so hat man die gefundene Stickstoffmenge nur mit dem Faktor 6,25 zu multiplizieren, um einen Ausdruck für den Proteingehalt zu erlangen. Die neueren Untersuchungen der aus verschiedenen pflanzlichen Futterstoffen hergestellten Proteinkörper[1]) lassen zwar erkennen, daß der Stickstoffgehalt der letzteren sich nur in seltenen Fällen gerade auf 16 % stellt, und es scheint nach allem, was bisher durch zuverlässige Untersuchungen festgestellt worden ist, der angenommene Durchschnittsgehalt der Proteinstoffe von 16 % Stickstoff etwas zu niedrig gegriffen zu sein und wäre besser auf 17 % normiert worden. Indessen macht sich das Gefühl der Unsicherheit, welches auf dem Gebiete der Eiweißchemie herrscht, eben auch hier geltend und schreckt davon ab, weitgehende Neuerungen einzuführen, denen man eine längere Dauer nicht mit Sicherheit vorhersagen kann. Daher wollen auch wir in diesem Punkte bei dem Hergebrachten bleiben, zumal, wie später noch gezeigt werden soll, die besprochene Ungenauigkeit keine weittragenden Folgen für die Beurteilung der Nährwirkung des verdaulichen Teiles eines Futtermittels hat.

Lange Zeit war man der Meinung, der in den Futtermitteln vorhandene gesamte organisch gebundene Stickstoff sei größtenteils oder gänzlich den Eiweißstoffen zugehörig und verfuhr bei der Analyse daher so, daß man lediglich den Gesamtstickstoff ermittelte und aus diesem durch Multiplikation mit dem Faktor 6,25 den Gehalt an Protein berechnete. Zwar hatte man stickstoffhaltige Stoffe aus der Gruppe der Alkaloide, Glukoside und Farbstoffe schon sehr früh aus manchen Pflanzenfamilien dargestellt und auch vereinzelt das Vorkommen von Asparagin, Betain, Tyrosin usw. beobachtet; indessen ließ man sich hierdurch von der Annahme nicht abbringen, daß derartige stickstoffhaltige, nicht-eiweißartige Stoffe in nur ganz untergeordnetem Umfange in den Futtermitteln vorkämen und meinte, den eben erwähnten Tatsachen genügend Rechnung zu tragen, wenn man dem aus dem Gesamtstickstoff ermittelten Produkt die Bezeichnung „Rohprotein“ oder „Stickstoffsubstanz“ gab.

[1]) Chittenden und Osborne in V. Grießmayer, Die Proteide der Getreidearten, Hülsenfrüchte und Ölsamen. Heidelberg 1897.

Von den Irrtümern, welche mit dem Begriff „Rohprotein“ verknüpft sind, erhielten wir erst Kenntnis durch Arbeiten von E. Schulze[1]) über die Zusammensetzung der Rüben und Kartoffeln, sowie durch Untersuchungen des Verfassers[2]), welcher nachwies, daß Verbindungen nicht-eiweißartiger Natur von dem Charakter der Aminosäuren und Säureamide ganz allgemein im Pflanzenreich verbreitet sind und zuweilen ein Drittel bis über die Hälfte des gesamten Stickstoffs des Pflanzenkörpers für sich in Anspruch nehmen. Diese Beobachtungen führten dazu, neben dem Rohprotein, welche Bezeichnung für die Gesamtheit der stickstoffhaltigen Stoffe beibehalten wurde, die wirkliche Proteinsubstanz, das „Reinprotein“ oder „Reineiweiß“, kurzweg auch Eiweiß genannt, zu unterscheiden. Von den nicht-eiweißartigen Stickstoffsubstanzen läßt sich die wirkliche Proteinsubstanz auf ziemlich einfachem Wege trennen. Soll nämlich in einem Futtermittel der Gehalt an Reinprotein bestimmt werden, so behandelt man die Substanz mit warmem Wasser, in welchem sich alle nicht-eiweißartigen Stickstoffverbindungen neben etwas wirklichem Eiweiß und anderen Stoffen auflösen; das dabei gelöste Eiweiß fällt man darauf durch einen geeigneten Zusatz (Kupferoxydhydrat, basisches Ferriacetat, Uranacetat, Gerbsäure usw.) und bestimmt hierauf den Stickstoffgehalt entweder in dem gelösten Teil oder in dem ungelösten, mit dem Eiweißniederschlag vermischten Rückstande der angewandten Substanz. Die Berechnung sowohl des Reinproteins, wie der nicht-eiweißartigen Stickstoffsubstanz geschieht unter der Annahme, daß beide Stoffgruppen in reinem Zustande 16% Stickstoff enthalten.

II. Die stickstoffhaltigen Substanzen nicht-eiweißartiger Natur.

Eine nicht geringere Mannigfaltigkeit als die Eiweißstoffe weisen in bezug auf ihre Beschaffenheit und Verbreitung die stickstoffhaltigen Substanzen nicht-eiweißartiger Natur der Futtermittel auf.[3]) Wir finden unter ihnen Vertreter fast aller Klassen chemischer Verbindungen, von dem einfach konstituierten Ammoniak und der Salpetersäure an bis zu den kompliziert zusammengesetzten Farbstoffen, Alkaloiden und Glukosiden. Viele derselben treten freilich in nur sehr geringen Mengen oder in nur wenigen Futtermitteln vegetabilischer Art auf und können hier ohne weiteres übergangen werden; andere dagegen werden sehr häufig und in ansehnlicher Menge angetroffen. So besitzen im Pflanzenreich allgemeinere Verbreitung von den sogenannten Amidverbindungen: das Asparagin, Glutamin, Leucin, die Aminovaleriansäure, das Tyrosin und die Phenylaminopropionsäure, und von den organischen Basen das Hypoxanthin, Adenin, Xanthin, Guanin, Betain, Cholin, Vernin u. a.; in Futtermitteln, welche aus dem Tierreich stammen, finden sich außer Tyrosin hauptsächlich die basischen Stoffe: Kreatin, Xanthin, Hypoxanthin, Guanin, Karnin. Daneben trifft man in den vegetabilischen wie

[1]) Landw. Versuchsstationen 18. Bd., 1875, S. 296 und 21. Bd., 1878, S. 63.

[2]) O. Kellner, Landw. Jahrbücher 8. Bd., 1879, 1. Supplement, S. 243.

[3]) Die Spezialkenntnis der regelmäßig vorkommenden Stoffe dieser Art verdanken wir vornehmlich den ausgezeichneten Untersuchungen E. Schulzes, die größtenteils in den „landw. Versuchsstationen“ und in der „Zeitschrift für physiologische Chemie“, veröffentlicht sind.

animalischen Futterstoffen regelmäßig esterartig konstituierte Körper, das Lecithin, welches sich in freie Fettsäuren verschiedener Art, Glyzerinphosphorsäure und eine stickstoffhaltige Base, das Cholin, zerlegen läßt und den Fetten nahe steht.

Die Amidverbindungen und organischen Basen sind größtenteils Produkte des Zerfalles, denen die Eiweißstoffe in den aktiven Zellen des Pflanzen- und Tierkörpers unterliegen. Man erhält nämlich — was als Beweis der eben ausgesprochenen Ansicht aufgefaßt werden muß — bei der künstlichen Spaltung der Eiweißstoffe gewisser Samen fast durchweg dieselben Substanzen — wenn auch in anderen Mengenverhältnissen — welche auch in lebhaft wachsenden und daher stark eiweißzerstörenden Keimlingen derselben Samen auftreten. Auf der anderen Seite ist kaum zu bezweifeln, daß einzelne der nicht-eiweißartigen Stickstoffverbindungen Übergangsprodukte darstellen zwischen der von den Pflanzen aufgenommenen anorganischen Stickstoffnahrung (Salpetersäure und Ammoniak) und den Eiweißkörpern. Man findet wenigstens in den einseitig mit viel Stickstoff gedüngten Pflanzen im Vergleich zu dem Proteingehalte wesentlich mehr nicht-eiweißartige Stickstoffverbindungen als bei normaler Düngung, und hat außerdem die Beobachtung gemacht, daß Keimpflanzen, denen nur Stickstoffsalze geboten wurden, einen einseitig stark vermehrten Gehalt an Amidverbindungen aufwiesen. Endlich können die Eiweißstoffe solcher Futtermittel in nicht-eiweißartige Substanzen zerlegt werden, in denen sich den Bakterien oder Schimmelpilzen günstige Entwicklungsbedingungen darbieten.

Den vorangegangenen Ausführungen zufolge kann man folgende Regeln für die Verbreitung der nicht-eiweißartigen Stickstoffverbindungen in den Futtermitteln aufstellen:

1. Je lebhafter die Wachstumsvorgänge, je jünger und zarter also die Futterpflanzen sind, um so größer ist der Teil des Gesamtstickstoffs, welcher in Form nicht-eiweißartiger Stoffe vorhanden ist; verhältnismäßig große Mengen der letzteren sind demnach in den jungen Sprossen, Weidepflanzen, gekeimten Samen usw. anzutreffen.

2. Je mehr sich die Pflanzen dem Reifezustand nähern, um so geringer ist der prozentische Teil des Gesamtstickstoffs, welcher noch in der Form nicht-eiweißartiger Stickstoffverbindungen vorhanden ist; reifes Stroh und reife Körner sind verhältnismäßig arm an solchen Stoffen.

3. Je wasserreicher die Pflanzen oder einzelne Pflanzenteile sind, um so mehr Stickstoff ist nicht in Form von Proteinsubstanz vorhanden; Wurzelgewächse, Knollenfrüchte, Kürbisse usw. gehören zu denjenigen Futtermitteln, deren Gesamtstickstoff zum höchsten Betrage auf die nicht-eiweißartigen Substanzen fällt.

4. Alle Futtermittel, welche einer Gärung unterworfen werden (Sauerfutter, Gärfutter) oder welche durch Schimmel oder Bakterien verändert sind, enthalten wesentlich größere Mengen nicht-eiweißartiger Stickstoffverbindungen und weniger Protein, als im ursprünglichen Zustande.

Bei der Bestimmung des Gehaltes eines Futtermittels an nicht-eiweißartigen Stickstoffverbindungen, die schlechthin auch als „Amide“ bezeichnet werden, stößt man auf noch größere Schwierigkeiten als bei der Ermittlung des Protein-

gehalts. Weder existiert hier ein Verfahren, diese Stoffe in wägbarer Form quantitativ abzuscheiden, noch auch liegt ihr Stickstoffgehalt innerhalb so enger Grenzen,[1]) daß man aus letzterem die Mengen dieser Substanzen annähernd genau berechnen könnte. Man ist daher stillschweigend übereingekommen, die Differenz zwischen Roh- und Reinprotein (s. S. 10) als einen Ausdruck für den Gehalt an den genannten Stoffen anzunehmen, was gleichbedeutend damit ist, daß man für das Gemisch der verschiedenartigen Amide, organischen Basen, Farbstoffe usw. der Futtermittel gleichmäßig denselben prozentischen Gehalt an Stickstoff, wie für die Proteinsubstanz (16 %) in Rechnung stellt.

III. Fette und Öle.

Die Fette und Öle, welche im Tier- und Pflanzenreiche vorkommen, sind esterartige Verbindungen des Glyzerins, eines dreiwertigen Alkohols, mit verschiedenen fetten Säuren, unter denen die Stearin-, Palmitin- und Ölsäure vorherrschen. Von geringerer Verbreitung und nur auf einzelne oder mehrere Pflanzenfamilien beschränkt, sind als Bestandteile der Fette und Öle zu nennen die Erukasäure des Raps- und Rüböls, die Arachin- und Hypogäasäure des Erdnußöls, die Myristinsäure der Muskatbutter, die Linolsäure der Öle aus den Samen des Leins, Mohns, der Baumwollpflanze, der Sonnenblumen, des Leindotters usw. Die Glyzeride der genannten Säuren kommen nun in den Futtermitteln niemals einzeln vor, sondern sind stets zu mehreren miteinander gemischt, und es hängt von der Beschaffenheit der Säureradikale ab, ob das Gemisch bei gewöhnlicher Temperatur flüssig, salbenartig oder fest ist. Herrscht die Stearin- und Palmitinsäure vor, so erscheint das Gemisch fest und wird als Fett oder Talg bezeichnet, ist Ölsäure in größerer Menge vorhanden, so bleiben die Glyzeride bei gewöhnlicher Temperatur flüssig und werden Öle genannt. Einzelne der letzteren, nämlich diejenigen, welche Linolsäure enthalten, werden, wenn sie in dünner Schicht der Luft ausgesetzt sind, infolge einer Oxydation dieser Säure fest; man pflegt sie daher auch als trocknende Öle zu bezeichnen.

In den meisten Fetten und Ölen finden sich neben den Glyzeriden freie Fettsäuren vor, deren Menge zwar in den frisch dem Tierkörper entnommenen oder den aus völlig ausgereiften frischen Samen hergestellten Fetten und Ölen gering ist. Größere Mengen dieser freien Säuren treten jedoch auf, wenn die Ölsaaten nicht völlig reif geworden oder infolge schlechten Erntewetters gekeimt sind. Auch bei der Aufbewahrung der Fette und Öle, sowie fettreicher Futtermittel vermehren sich bei Anwesenheit genügender Feuchtigkeitsmengen diese Stoffe, indem die Glyzeride wahrscheinlich unter Mitwirkung eines fettspaltenden Ferments in ihre Komponenten zerlegt werden. Dieser Umwandlung folgt dann in der Regel eine weitere Zersetzung der freien Fettsäuren und des Glyzerins infolge von Sauerstoffaufnahme, die sich unter der Mitwirkung von

---

[1]) Es beträgt z. B. der Stickstoffgehalt des Adenins 51,85, des Xanthins 36,84, des Asparagins 21,21, des Leucins 10,69, des Tyrosins 7,73, des Lecithins 1,81 % usw.

Enzymen und Bakterien vollzieht und stark riechende Produkte erzeugt: die Fette und Öle werden ranzig. Will man sich vor solchen Veränderungen und deren Folgen schützen, so hat man dem Feuchtigkeitsgehalte der Futterstoffe, der bei Ölkuchen und Ölkuchenmehlen 13—14% nicht übersteigen soll, besondere Aufmerksamkeit zu schenken und für trockene Lagerung der Vorräte zu sorgen.

Außer den freien Fettsäuren sind als regelmäßige Bestandteile der tierischen und pflanzlichen Fette noch zwei zu nennen: das Lecithin, eine stickstoff- und phosphorhaltige esterartige Verbindung (S. 10), an welchen in den Pflanzensamen über 2% vorkommen können, und die Cholesterine, alkoholartige Körper, die in den Pflanzen eine andere Beschaffenheit besitzen als in den tierischen Fetten und daher ein wichtiges Unterscheidungsmittel bei der Bestimmung der Herkunft der Fette bilden. Die aus Samen oder Pflanzen durch Auspressen oder Extraktion gewonnenen Fette und Öle enthalten ferner Wachsarten und Farbstoffe, unter letzteren namentlich Chlorophyll, als Verunreinigungen, die in den Fetten und Ölen selbst, sowie in den Extraktionsmitteln löslich sind. Wenn auch die meisten Pflanzensamen und die tierischen Gewebe sehr reine Fette liefern, so gibt es doch auch Futtermittel, aus denen nach gewöhnlichen Methoden nur ein im hohen Grade durch Wachs und Chlorophyll verunreinigtes Fett erhalten werden kann. Letzteres trifft namentlich bei den grünen Pflanzen, Stroh- und Spreuarten zu, deren sogenannte Fettsubstanz bis zur Hälfte aus derartigen Verunreinigungen bestehen kann; noch schlimmer steht es mit dem Sauer- und Gärfutter, aus welchem sich noch beträchtliche Mengen Milchsäure, Buttersäure usw. den Fetten bei der Extraktion zugesellen.

Zur Bestimmung des Gehaltes eines Futtermittels an Fetten und Ölen wird in der Regel eine fettlösende Flüssigkeit, vorzugsweise Äthyläther (von manchen auch Schwefelkohlenstoff oder Petroläther) benützt und mit dieser der vorher von Wasser befreite Futterstoff in der Wärme so oft extrahiert, bis sich nichts mehr löst. Alles, was man hierbei in Lösung bringt, der gesamte Lösungsrückstand, wird als Fettsubstanz betrachtet und mit dem Namen Rohfett oder Ätherextrakt bezeichnet. Die Mängel, welche dieser Methode anhaften und durch die eben erwähnte Bezeichnung mit zum Ausdruck gebracht werden sollen, liegen in verschiedener Richtung. Einerseits werden, wie erwähnt, durch die fettlösenden Extraktionsmittel außer der wirklichen Fettsubstanz fremde, nicht zu den Fetten gehörige Stoffe ausgezogen, ein Mangel, der jedoch dadurch wesentlich abgeschwächt wird, daß die besonders vorherrschenden Fremdstoffe, das Chlorophyll und Wachs, von den Verdauungsflüssigkeiten nicht gelöst werden und daher wenigstens der verdauliche Teil des Ätherextraktes als wirkliches Fett betrachtet werden kann. Andrerseits ist als ein weiterer Übelstand des Fettbestimmungsverfahrens die unvollständige Extraktion des Lecithins anzusehen, welches seiner Zusammensetzung nach den Fetten sehr nahe steht und daher dieser Gruppe von Nährstoffen zugerechnet werden sollte. Durch nochmalige Extraktion des bei der Fettbestimmung zurückbleibenden Teiles der zu untersuchenden Substanz mit Alkohol und darauf folgende Ermittlung des Phosphorsäuregehaltes der alkoholischen Lösung ließe sich jedoch, einem leider zu wenig beobachteten Vorschlage

E. Schulzes[1]) zufolge auch dieser Teil des Lecithins feststellen und in Rechnung ziehen.[2]) — Endlich gibt es einige Futtermittel, welche selbst im Zustande feinster Zerkleinerung bei der direkten Behandlung mit fettlösenden Mitteln nicht alles Fett abgeben. Man hat dies zuerst bei den mit Melasse vermischten Futterstoffen beobachtet und später gefunden, daß auch Fleischmehl, Klebermehl u. a. einen Teil des Fettes hartnäckig festhalten. Es ist dies höchst wahrscheinlich daraus zu erklären, daß die großen Mengen von Melasse oder Eiweißstoffen einzelne Teilchen des Fettes oder fetthaltige Zellen so vollständig einschließen, daß fettlösende Flüssigkeiten nicht an das Fett gelangen können. Entfernt man die Melasse mit wenig Wasser, oder löst man die Eiweißstoffe mittels Pepsin-Salzsäure oder durch Salzsäure allein auf, so steht der vollständigen Extraktion des Fettes nichts mehr im Wege.

IV. Die Rohfaser.

Unter dem Namen Rohfaser faßt man alle diejenigen organischen, stickstofffreien Bestandteile der Futtermittel zusammen, welche bei je halbstündigem Erhitzen der zu untersuchenden Substanz mit $1^1/_4$ prozentiger Schwefelsäure, $1^1/_4$ prozentiger Kalilauge und darauf folgender Extraktion mit Wasser, Alkohol und Äther ungelöst bleiben. Man war bei der Aufstellung dieser rein konventionellen Untersuchungsmethode der Ansicht, das eigentliche Zellengerüst, die Zellfaser der vegetabilischen Futterstoffe auf dem angegebenen Wege von den Proteinstoffen, Stärkemehl, Inulin, Zuckerarten, Fetten usw. genügend genau zu trennen und glaubte in dem unlöslichen Rückstande die gesamte Menge der in den Futtermitteln vorhandenen Zellulose in Mischung mit ligninartigen Stoffen zu erhalten.

Das Studium der Zellwandbestandteile, welches namentlich von E. Schulze[3]), J. König[4]), B. Tollens[5]) und deren Mitarbeitern gefördert wurde, hat jedoch im Laufe der Zeit zu anderen Anschauungen geführt. Wir wissen jetzt, daß die Wandungen der vegetabilischen Zellen aus einer ganzen Reihe von Stoffen aus der Gruppe der Kohlenhydrate, Pentosane und Ligninsubstanzen bestehen, welche von $1^1/_4$ prozentiger Schwefelsäure und $1^1/_4$ prozentiger Kalilauge ganz oder teilweise gelöst werden. Demzufolge stellt die Rohfaser keineswegs die Menge der Zellwandungen dar, sondern ist nichts anderes als der Rest, welcher von den letzteren nach der Einwirkung der genannten Lösungsmittel übrig bleibt.

---

[1]) Landw. Versuchsstationen 43. Bd., S. 307 und 49. Bd., S. 203; Chemiker-Zeitung 1904, Nr. 64, S. 751.

[2]) Es ist freilich ziemlich sicher, daß auch auf diesem Wege nicht alles Lecithin gelöst wird. Ein Teil desselben scheint an Eiweiß gebunden und in Äther, wie Alkohol unlöslich zu sein. Auch ist es zweifelhaft, ob der gelöste Phosphor nur dem Lecithin angehört.

[3]) Landw. Jahrbücher 23. Bd., 1894, S. 1 und landw. Versuchsstationen 49. Bd., 1898, S. 431, sowie Journ. f. Landw. 52. Bd., 1904, S. 1.

[4]) Landw. Versuchsstationen 24. Bd., 1880, S. 295.

[5]) Journal f. Landw. 44. Jahrg. 1896, S. 171 und 45. Jahrg. 1897, S. 295.

Wie gering die Menge der Rohfaser im Verhältnis zu derjenigen der Zellwandungen ist, davon geben einige Untersuchen E. Schulzes[1]) Kenntnis, nach denen unter den organischen, stickstofffreien Zellwandbestandteilen der Weizenkleie sich nur 28,9, der entschälten Lupinensamen nur 6,0 und des Besenrieds (Molinia coerulea) nur 30,0% Rohfaser vorfinden.

Angesichts dieser Tatsache ist nun der Vorschlag gemacht worden, die bisher allgemein zur Anwendung gebrachten Methoden der Futteranalyse durch eine Bestimmung der organischen stickstofffreien Zellwandbestandteile zu vervollständigen, und zwar in der Weise, daß man die zu untersuchende Substanz nacheinander mit Äther, Weingeist und Malzextrakt (zur Auflösung des Stärkemehls) behandelt und von dem Rückstand den noch darin vorhandenen Gehalt an Protein und Mineralsubstanzen in Abzug bringt. Die Kenntnis der Menge dieses Rückstandes, der die Zellwandbestandteile repräsentiert, würde zweifellos viel zur näheren Charakteristik der vegetabilischen Futterstoffe beitragen, ob sich aber aus solchen Untersuchungen wesentliche Momente für die Nährwertsbeurteilung ableiten lassen würden, ist eine Frage, zu deren Beantwortung erst umfangreiche Versuche ausgeführt werden müßten. Der Mangel an Arbeiten über das quantitative Wirkungsverhältnis der verschiedenen Futterbestandteile ist hier wie anderswo der Grund, weshalb manche Errungenschaft auf dem Gebiete der Pflanzenchemie die Futtermittelanalyse unberührt gelassen hat.

Die Rohfaser, wie sie nach dem angegebenen Verfahren aus den Futtermitteln pflanzlichen Ursprungs hergestellt wird, ist ein Gemenge verschiedener Stoffe, unter denen hervorzuheben sind:

1. Die Zellulose, ein Kohlenhydrat aus der Gruppe der Polysaccharide, welches in Wasser, verdünnten Säuren und Alkalien, Alkohol und Äther unlöslich ist und, soweit bekannt, auch von den Enzymen der Verdauungssäfte nicht aufgelöst wird. Von starken Säuren wird sie unter Wasseraufnahme in Dextrose umgewandelt, wobei dextrinartige Substanzen als Zwischenprodukte auftreten. Hiernach ist die Zellulose als ein Anhydrid mehrerer Dextrosemoleküle aufzufassen. Durch schwach oxydierende Stoffe wird sie in Oxyzellulose verwandelt, eine Substanz, welche äußerlich und in ihren Löslichkeitsverhältnissen der Zellulose vollkommen gleicht, bei der Behandlung mit Säuren jedoch, außer Dextrose noch, wie die Pentosane, Furfurol liefert. Die Oxyzellulose scheint im Pflanzenreich sehr weit verbreitet zu sein und einen hervorragenden Zellwandbestandteil aller Blütenpflanzen zu bilden.[2])

2. Die Pentosane. Diese sind bis jetzt in reiner Form noch nicht dargestellt worden, da man kein Mittel kennt, welches sie unzersetzt in Lösung bringt. Auf ihre Gegenwart in den Futtermitteln schließt man aus dem Auftreten zweier Zuckerarten, der Arabinose und der Xylose, welche sich aus dem in Wasser unlöslichen Teil vieler Pflanzen bei der Behandlung derselben mit Säuren erhalten lassen. Diese beiden Stoffe enthalten in einem Molekül nur je 5 Kohlen-

---

[1]) Landw. Versuchsstationen 49. Bd., 1898, S. 429.

[2]) Croß und Bevan, Cellulose, London 1895, S. 82.

stoffatome und werden daher als Pentosen bezeichnet, während die Kohlenhydrate 6 solcher Atome oder ein Mehrfaches dieser Zahl in Molekül aufweisen und danach Hexosen oder Hexosane genannt werden. Wie in den Polysachariden mehrere Moleküle von Hexosen anhydridartig vereinigt sind, so sind in den Pentosanen mehrere Moleküle der einfacheren Pentosen (Arabinose und Xylose) miteinander verbunden.

Äußerlich von der Zellulose nicht verschieden, lassen sich die Pentosane jedoch durch verschiedene chemische Reaktionen leicht erkennen. Beim Erhitzen mit starker Salzsäure liefern sie im Gegensatz zu den Hexosanen keine Lävulinsäure, sondern zerfallen in dunkel gefärbte Huminstoffe und in Furfurol,[1]) einen flüchtigen Stoff, welcher mit Anilinacetat eine rote, und mit Phloroglucin eine kirschrote Färbung gibt. Auf der genannten Zerlegung der Pentosane beruht auch ihre quantitative Bestimmung, welche auf die Ermittlung des aus dem zu untersuchenden Futtermittel abspaltbaren Furfurols ausgeht. Da nun aber auch andere organische Bestandteile der Futterstoffe wie z. B. das Lignin und die Oxyzellulose Furfurol liefern, so ruht die Methode jedenfalls noch auf schwankender Grundlage und kann eigentlich nur dazu dienen, den Gehalt an „furfurolgebender Substanz“ einschließlich der Pentosane, annähernd genau festzustellen.

Der Anteil der sogenannten Pentosane an der aus den Futtermitteln dargestellten Rohfaser ist, wie nicht anders zu erwarten, ein wechselnder. So fand Tollens[2]) z. B. in der Rohfaser des Wiesenheues 5,2, des Roggenstrohes 11,0, des Kleeheues 6,1, des Lupinenstrohes 6,4% Pentosane.

Ein analytisches Verfahren, welches die quantitative Darstellung pentosanfreier Rohfaser gestattet, ist vor einigen Jahren von J. König[3]) angegeben und von dem Verfasser[4]) geprüft, sowie bei Fütterungsversuchen mehrfach angewandt worden, ohne jedoch bisher allgemeinere Verbreitung gefunden zu haben.

Die Pentosane oder furfurolgebenden Substanzen sind bezüglich ihres Vorkommens keineswegs auf denjenigen Teil der vegetabilischen Futtermittel beschränkt, welcher als Rohfaser bezeichnet wird, sondern sie finden sich in meist noch größerer Menge unter den hiernächst zu besprechenden stickstofffreien Extraktstoffen vor. Je älter im allgemeinen die vegetativen Organe der Pflanzen werden und je mehr sie der Verholzung anheimfallen, desto größer ist der Anteil der Pentosane an der Zusammensetzung der Futterstoffe.[5]) Dementsprechend ist der Pentosangehalt in der Regel, wenn auch nicht ausnahmslos, um so höher, je mehr Rohfaser in Futtermitteln dieser Art vorhanden ist.

3. Die inkrustierenden Stoffe. Unter dieser Bezeichnung faßt man alle diejenigen Bestandteile zusammen, welche nicht Zellulose oder Pentosan sind

---

[1]) Zuweilen auch etwas Methylfurfurol.

[2]) Journal f. Landw. 1897, S. 31.

[3]) Zeitschrift f. Nahrungs- und Genußmittel-Untersuchung 1898, S. 1.

[4]) Landw. Versuchsstationen 53. Bd., S. 191 und 299.

[5]) Th. Pfeiffer und K. Götze, landw. Versuchsstationen 47. Bd., S. 59.

und welche einen wesentlich höheren Gehalt an Kohlenstoff (55% und mehr) aufweisen, als die Zellulose oder Pentosane (44,4%). In den zur Rohfaserbestimmung in Anwendung kommenden Reagentien sind die inkrustierenden Stoffe zum Teil löslich, weshalb dieselben auch in der demnächst zu erwähnenden Gruppe der stickstofffreien Extraktstoffe vorkommen.

Nach Untersuchungen J. Königs[1]) lassen sich unter den inkrustierenden Bestandteilen der nach seiner Methode dargestellten pentosanfreien Rohfaser zwei Stoffgruppen unterscheiden, nämlich Lignin, welches 55—60% Kohlenstoff enthält und sich durch wiederholte Oxydation mit Wasserstoffsuperoxyd und Ammoniak aus der pentosanfreien Rohfaser entfernen läßt, und Kutin, eine 68—70% Kohlenstoff enthaltende Substanz, welche sich aus der vom Lignin befreiten pentosanfreien Rohfaser abscheiden läßt, wenn man aus letzterer die reine Zellulose mittelst Kupferoxyd-Ammoniaks auszieht. Nach diesem Verfahren wurden in der pentosanfreien Rohfaser von jungem Gras 15,5, von Erbsenkleie 47,9% Lignin, und an Kutin in der Rohfaser aus Erbsenkleie 0,6, aus Weizenkleierohfaser 13,7% gefunden.

V. Die stickstofffreien Extraktstoffe.

Die stickstofffreien Extraktstoffe stellen ein Gemenge der verschiedenartigsten stickstofffreien organischen Substanzen dar, welche nicht zum Rohfett gerechnet werden und sich in den zur Rohfaserbestimmung angewandten Reagentien beim Kochen auflösen. Ihre Menge läßt sich auf direktem Wege nicht ermitteln, sondern ergibt sich durch Rechnung als Rest, welcher von 100 Teilen eines Futtermittels übrig bleibt, wenn man den prozentischen Gehalt an Wasser, Rohprotein, Rohfett, Rohfaser und Mineralstoffen in Abzug bringt. In der Regel herrschen unter ihnen die Kohlenhydrate bei weitem vor, weshalb man diese Stoffgruppe auch des öfteren schlechthin als Kohlenhydrate bezeichnet.

Im folgenden geben wir eine kurze Übersicht über die hauptsächlichsten Einzelbestandteile der großen Gruppe der stickstofffreien Extraktstoffe.[2])

1. Kohlenhydrate. Diese enthalten an Kohlenstoffatomen 6 oder ein vielfaches dieser Zahl, während ihre Wasserstoff- und Sauerstoff-Atome in demselben Verhältnis zueinander stehen, wie im Wassermolekül. Diejenigen Kohlenhydrate, welche die Gruppe der sechs Kohlenstoffatome nur ein- bis dreimal in ihrem Molekül enthalten, sind sämtlich kristallisierbar und in Wasser löslich, während die komplizierter zusammengesetzten Glieder dieser Stoffgruppe zumeist in Wasser unlöslich sind. Durch Säuren und viele Enzyme werden die mehr als einmal 6 Kohlenstoffatome enthaltenden Glieder dieser Gruppe unter Wasseraufnahme gespalten und gehen in die einfacher konstituierten Formen der Kohlenhydrate über, welche durchweg die Eigenschaft haben, alkalische Kupferoxydlösungen zu reduzieren. Auf diesem Verhalten und auf den optischen Eigenschaften ihrer Lösungen beruhen die Methoden ihrer quantitativen Bestimmung,

[1]) Landw. Versuchsstationen 65. Bd., 1907, S. 55.

[2]) S. hierzu J. König u. W. Sutthoff, Landw. Versuchsstationen 70. Bd., 1909, S. 343.

welche fast durchweg größere Genauigkeit besitzen als die, welche bei den anderen bisher besprochenen Bestandteilen der Futtermittel angewandt werden.

Zu den einfachsten Kohlenhydraten, den Monosacchariden, Hexosen oder Glykosen, welche in den Futtermitteln vorkommen, zählt der Traubenzucker (Glukose, Dextrose) und der Fruchtzucker (Fruktose, Lävulose), die in ihrem Molekül die Gruppe von 6 Kohlenstoffatomen nur einmal enthalten. Beide finden sich in den Vegetabilien fast immer zusammen vor, so in vielen Obst- und Beerenfrüchten, in den Halmen der Getreide- und Grasarten, in Knollen- und Wurzelgewächsen. In den meisten Futterstoffen ist ihre Menge jedoch gering.

Von den Kohlehydraten, welche 2×6 Atome Kohlenstoff im Molekül enthalten, den sogenannten Disacchariden, sind zu erwähnen der Rohrzucker, welcher beim Erhitzen mit schwachen Säuren oder bei der Einwirkung verschiedener Enzyme in Trauben- und Fruchtzucker zerfällt; der Milchzucker, welcher bei der Behandlung mit Säuren Traubenzucker und Galaktose (einen zu den Hexosen gehörigen einfachen Zucker) liefert; und die Maltose, welche auf demselben Wege in zwei Moleküle Traubenzucker zerlegt wird. Rohrzucker findet sich in fast allen Pflanzen in kleinerer Menge, in größerer nur in den Zucker- und Runkelrüben, im Zuckerrohr, in den Stengeln des Sorghum und des Maises, in Malzkeimen, sowie in einigen Früchten. Der Milchzucker ist ein steter Bestandteil der Milch. Die Maltose ist lediglich ein Produkt der Einwirkung von Enzymen auf Stärkemehl und Dextrin und spielt auch bei der Verdauung des Stärkemehls eine Rolle, während sie sonst nur in keimenden, stärkemehlführenden Samen gefunden worden ist.

Zu den Trisacchariden zählt die Raffinose, die bisher u. a. aus Zuckerrüben (0,2%), dem Baumwollsaatmehl (ca. 3%) und den Keimlingen der Getreidearten dargestellt worden ist; in größter Menge, bis zu 16%, tritt sie in den sogenannten Restmelassen der nach dem Strontianverfahren arbeitenden Zuckerfabriken auf, während ihr Gehalt in den gewöhnlichen Melassen nur etwa 2—3% beträgt. Sie zerfällt beim Erhitzen mit verdünnten Säuren in Traubenzucker, Fruchtzucker und Galaktose.

Eine größere Mannigfaltigkeit als die bisher genannten Untergruppen zeigen die zu den Polysacchariden zählenden Stoffe, welche wie ihre Bezeichnung besagt, ein Vielfaches von 6 Kohlenstoffatomen (mehr als 3×6) im Molekül enthalten. Zu diesen gehören das Stärkemehl und die Dextrine, das Glykogen, Inulin, Galaktan, Mannan und die Schleim- oder Pektinstoffe.

Im Pflanzenreich am weitesten verbreitet ist von diesen Kohlehydraten das Stärkemehl, welches in der Form einfacher oder zusammengesetzter, rundlicher, eiförmiger oder polyedrischer Körnchen in den grünen Pflanzen, in vielen Samen und Früchten, und in Wurzel- und Knollengewächsen auftritt und an der blauen Farbe erkannt werden kann, die es, mit Jodlösung behandelt, annimmt. In heißem Wasser quillt es zu einer kleisterartigen, filtrierbaren Lösung auf, aus der es, wie die Eiweißstoffe, durch tierische Membranen nicht diffundiert. Mit Wasser unter starkem Druck erhitzt, liefert es Dextrine, Körper, welche im Wasser eine schleimige Beschaffenheit annehmen und sich vom Stärkemehl vor allem durch ein

geringeres Molekulargewicht auszeichnen. Von Diastase, dem hauptsächlichsten Enzym des Malzes, wird das Stärkemehl in Maltose und verschiedene Dextrine zerlegt, die je nachdem sie der Muttersubstanz oder der Maltose näher stehen, mit Jodlösung rein blau, violett, braunrot, blaßrot oder gar nicht gefärbt werden; andere Enzyme, wie die mancher Pilze (Kojidiastase) und des Speichels, gehen in ihrer Wirkung noch weiter und spalten auch die von ihnen intermediär gebildete Maltose in Traubenzucker.

Das Glykogen ist ein Produkt des tierischen Organismus und findet sich in größter Menge in der Leber, Lunge und im Fleische, in geringerer im Blut. In seinen Eigenschaften steht es dem Stärkemehl nahe und wird wie letzteres durch verdünnte Säuren in Traubenzucker, durch Enzyme in Dextrin, Maltose und Traubenzucker zerlegt. Im Tierkörper spielt es die wichtige Rolle eines Reservestoffes, der aus den Eiweißstoffen, Fetten und Kohlenhydraten der Nahrung gebildet und im Bedarfsfalle, bei Hunger oder Muskelarbeit, verbraucht wird.

Das Inulin ist in seinem Vorkommen auf eine bedeutend geringere Zahl von Pflanzenfamilien beschränkt wie das Stärkemehl und scheint in diesen dieselben Funktionen zu besitzen, wie das ebengenannte Kohlenhydrat. Man findet es besonders in der Familie der Kompositen und Synanthereen, in großer Menge namentlich in den Knollen der Georginen, des Topinamburs, in den Wurzeln der Zichorie usw. Es ist in Wasser löslich und scheidet sich auf Zusatz starken Alkohols in kugelförmigen, kristallinischen Körnchen aus. Beim Erhitzen in verdünnten Säuren geht es vollständig in Fruchtzucker über. Diastase und verschiedene andere Enzyme verändern es nicht, doch wird es von Fermenten, die in Kompositen vorhanden sind, in leichter lösliche kristallinische Produkte zerlegt.

Die Galaktane und Mannane sind gummiartige, zum Teil in Wasser und sehr verdünnter Kalilauge lösliche Kohlenhydrate, welche beim Erhitzen mit verdünnten Säuren außer anderen Zuckerarten Galaktose, bezw. Mannose liefern. Erstere finden sich in verschiedenen Leguminosensamen (Lupinen, Erbsen, Bohnen, Soja usw.), letztere in vielen Samen mit hornartigem, hartem Endosperm (Dattelkernen, Kaffeebohnen, Steinnüssen usw.) vor; beide sind Bestandteile der Zellwandungen.

Die Schleim- und Pektinstoffe treten als Bestandteile des Rübenmarkes, vieler Beerenfrüchte, der Leinsamen usw. auf und sind charakterisiert durch starke Quellbarkeit in Wasser, mit welchem sie dickliche, zuweilen fadenziehende oder schleimige Lösungen bilden. Beim Kochen mit verdünnten Säuren liefern sie die schon (S. 18) genannten Hexosen, zum Teil aber auch Pentosen, und sind dann als Verbindungen von Kohlenhydraten mit Pentosanen zu betrachten.

2. Pentosane. Ein Teil der Substanzen, welche zu dieser Stoffgruppe gehören und welche (S. 15) bereits näher beschrieben worden sind, löst sich bei der Darstellung der Rohfaser und figuriert daher auch unter den stickstofffreien Extraktstoffen. Dasselbe gilt von den (S. 16) bereits erwähnten

3. inkrustierenden Substanzen.

4. Organische Säuren. Diese Stoffe, welche zumeist nur einen sehr geringen Anteil an der Zusammensetzung der organischen Substanz der Futter-

mittel haben und gewöhnlich an Alkalien und Kalk gebunden in der Form saurer oder neutraler Salze vorkommen, sind samt und sonders in den stickstofffreien Extraktstoffen einbegriffen. Ihre hauptsächlichsten Vertreter im Pflanzenreiche sind die Äpfelsäure, Zitronensäure, Weinsäure und Oxalsäure. Futtermittel, welche der Einsäuerung unterworfen worden sind, enthalten große Mengen (bis über 3%) Milchsäure, daneben auch Butter- und Essigsäure als Produkte des durch Mikroorganismen hervorgerufenen Zerfalles anderer Stoffe, namentlich der Kohlenhydrate und Proteinsubstanzen. Geringere Mengen von Buttersäure, Essigsäure neben anderen, schon durch den Geruch wahrnehmbaren flüchtigen organischen Stoffen, sowie Milchsäure, treten regelmäßig in verdorbenen Futtermitteln auf.

4. Die Mineralstoffe.

Unter den anorganischen oder mineralischen Bestandteilen der Futtermittel finden wir alle diejenigen unverbrennlichen Stoffe wieder, welche von den Wurzeln aus dem Boden aufgenommen werden, vor allem Kali, Natron, Kalk, Magnesia, Eisenoxyd, Tonerde, Manganverbindungen, Phosphorsäure, Schwefelsäure, Kieselsäure, Chlor. Je nach der Pflanzengattung, dem Boden, den Witterungs- und Düngungsverhältnissen ist der Gehalt der Futtermittel an diesen Stoffen ein sehr wechselnder. Derselbe wird ferner durch manche Futterkonservierungs- und Zubereitungsmethoden oder durch fabrikatorische Maßnahmen, bei denen die Futterstoffe einer Auslaugung bezw. Auspressung unterworfen werden, stark beeinflußt, indem hier einzelne unter den Mineralstoffen mehr oder weniger vollständig entfernt werden.

Abgesehen von den spärlicher vorkommenden Bestandteilen des Bodens (Lithium, Rubidium, Cäsium, Jod, Brom usw.), die in ganz geringen Mengen in die Pflanze eindringen, treten auch einzelne, mit den Düngemitteln oder Abwässern zufällig in den Boden gelangende anorganische Stoffe, wie Zink, Blei, Kupfer, Arsen usw. in den Pflanzenleib ein,[1]) zuweilen in Mengen, die beim Verzehr dieser Pflanzen den tierischen Organismus zu schädigen geeignet sind. So berichtet z. B. G. Loges[2]), daß Runkelrüben, welche mit arsenikhaltigen Gerbereiabfällen gedüngt waren, im Kilogramm 20 mg Arsenik enthielten. Glücklicherweise sind derartige Vorkommnisse selten und machen sich in der Regel schon an den Pflanzen selbst bemerkbar.

Unter den unverbrennlichen Bestandteilen der Futtermittel finden sich endlich noch Stoffe, die denselben mechanisch anhaften, wie Sand, Straßenstaub, Schlamm oder Flugasche. Manche dieser Verunreinigungen bergen starke tierische Gifte oder treten in solcher Menge auf, daß sie den Tieren Nachteile bringen können.

---

[1]) E. Haselhoff und G. Lindau, Beschädigung der Vegetation durch Rauch. Leipzig 1903, S. 329.

[2]) Jahresbericht über die Landwirtschaft im Königreich Sachsen für das Jahr 1900, S. 125.

Nicht alles, was sich in der Reinasche der Futtermittel vorfindet, ist in der Pflanze in der Form anorganischer Verbindungen vorhanden. Wir haben bereits erfahren, daß der Schwefel ein wesentlicher Bestandteil der Eiweißstoffe ist und einzelne Gruppen der letzteren (die Nukleoalbumine und =proteide) Phosphor enthalten. Organischer Natur ist ferner die Verbindung der Phosphorsäure im Lecithin, des Schwefels im Senföl, des Eisens im Blutfarbstoff. Neuere Untersuchungen[1]) haben sogar gezeigt, daß die Hauptmenge des Phosphors in normal gewachsenen, nicht etiolierten Pflanzen sich nicht in der Form phosphorsaurer Salze, sondern in organischen Verbindungen (Phosphatiden) vorfindet. Es ist nachgewiesen, wie wir noch sehen werden, daß es für die Assimilation und Wirkung mancher anorganischer Elemente nicht gleichgültig ist, ob dieselben in der Form von Salzen oder in organischer Bindung in den Futtermitteln vorkommen.

Zweites Kapitel.

Die Verdauung des Futters.

Von dem Augenblicke an, in welchem das Futter in die Mundhöhle aufgenommen wird, bis zu der Zeit, in welcher es im Kot den Körper verläßt, ist es einer Reihe von Veränderungen unterworfen, die alle darauf abzielen, eine möglichst große Menge der verzehrten Substanz für die Aufnahme in die tierischen Säfte und Gewebe vorzubereiten. Diese Veränderungen bestehen einerseits in einer Zerkleinerung der gröberen Teile des Futters, andererseits in einer Verflüssigung bezw. Auflösung der Bestandteile desselben.

1. Die Zerkleinerung des Futters.

Dieselbe beginnt sofort bei dem Verzehr des Futters, mit dem Kauen und Wiederkauen, wobei der aus einer Anzahl Drüsen in die Mundhöhle sich ergießende Speichel die trockenen Futterstoffe durchtränkt und die Arbeit der Kaumuskeln erleichtert. Mit der zermalmenden und zerreibenden Tätigkeit der Zähne ist die Zerkleinerung des Futters aber noch nicht abgeschlossen, dieselbe wird vielmehr im Magen und Darm fortgesetzt, indem diese Organe, solange sie feste Stoffe enthalten, in einer von dem Willen des Tieres unabhängigen, der sogenannten peristaltischen Bewegung erhalten werden. Infolge dieser andauernden Gestaltsveränderungen des Verdauungsschlauches, die den Kriechbewegungen eines

---

[1]) E. B. Hart und W. H. Andrews, New-York Agr. Exp. Station, Bulletin Nr. 238, 1903; Posternak, Compt. rend. 137. Bd., 1903, S. 202, 337 u. 439; E. Schulze, Zeitschrift für physiol. Chemie 41. Bd., 1904, S. 477; A. J. Patten u. E. B. Hart, Amer. Chem. Journ. 31. Bd., 1904, S. 564; W. Windisch u. W. Vogelsang, Wochenschr. f. Brauerei 1906, Nr. 40 u. 41.

Wurmes ähnlich verlaufen, werden die schon erwähnten Futterstoffe durchgeknetet, mit den Verdauungssäften innig gemischt und weiter zerrieben. Ist die Zerkleinerung in der Mundhöhle freilich eine mangelhafte gewesen, sind infolge schlechter Beschaffenheit des Gebisses oder infolge zu hastigen Fressens harte, schwer zu erweichende Teile des Futters der Einwirkung der Kauwerkzeuge entgangen, so können die Magen- und Darmbewegungen diesen Mangel nicht mehr vollständig ausgleichen, und es entziehen sich daher in diesem Falle an sich verwertbare Stoffe der Ausnützung.

Die mechanische Arbeit, welche bei der Zerkleinerung voluminöser, rohfaserreicher Futterstoffe geleistet werden muß, ist, wie später zahlenmäßig belegt werden wird, eine sehr beträchtliche. Würden diejenigen Tiere, welche, wie das Rind, das Schaf und die Ziege, große Mengen solcher Rauhfutterstoffe zu verzehren gewöhnt sind, die ganze Masse des Futters sofort nach der Aufnahme vollständig zerkauen, so würde hierzu eine sehr lange Zeit erforderlich sein; die Tiere würden, da sie die Nahrung stehend oder wie auf der Weide bei langsamer Bewegung aufnehmen, kaum dazu kommen, genügend Futter zu verzehren und dabei ihrem Ruhebedürfnis zu genügen. Solche und andere Ursachen mögen dabei mitgewirkt haben, daß bei der Entstehung dieser Tierarten der Magen derselben eine besondere Organisation erlangt hat, welche die Aufnahme und die Zerkleinerung des Futters wesentlich erleichtert. Während nämlich diejenigen Tierklassen, welche mehr auf den Verzehr von Fleisch, Körnern, Wurzelgewächsen usw. angewiesen sind, einen Magen besitzen, der nur aus einem einzigen, verhältnismäßig kleinen Behälter besteht, ist dieses Organ bei den vorbenannten Tiergattungen, die wir als Wiederkäuer bezeichnen, sehr geräumig und in mehrere Abteilungen differenziert, von denen die beiden ersten, der Pansen und die Haube, gewissermaßen nur als Futterreservoir dienen. In diese gelangt das beim Verzehr nur ganz oberflächlich gekaute Futter und wird durch kräftige Bewegungen der muskulösen Magenwandungen mit dem aufgenommenen Wasser und dem abgeschluckten Speichel gründlich durchmischt. Einige Zeit nach beendeter Mahlzeit werden durch besondere Muskeln und mit Unterstützung im Futter entstehender gasförmiger Gärungsprodukte (Kohlensäure, Methan und Wasserstoff) einzelne Portionen der erweichten Futterstoffe in die Mundhöhle zurückbefördert, dort ein zweites Mal gekaut und weiter eingespeichelt. Die einzelnen Bissen gelangen dann beim zweiten Abschlucken größtenteils in die dritte Magenabteilung, den Psalter oder Buchmagen, dessen ganzer Innenraum von größeren oder kleineren, mit Warzen bedeckten und mit Eigenmuskulatur ausgestatteten Blättern in viele Nischen abgeteilt ist. Durch langsame Kontraktionen der Psalterwand und durch reibende Bewegungen der aneinander hin und her gleitenden rauhen Blätter wird hier das Futter weiter geknetet und zerrieben. So vorbereitet wird dasselbe in den vierten Abschnitt des Wiederkäuermagens, den Labmagen, übergeführt, der als eigentliches Verdauungsorgan die gleichen Funktionen verrichtet, wie der einfache Magen anderer Säugetiere. Die peristaltischen Bewegungen dieses Organs, wie auch die der weiter folgenden Abschnitte des Verdauungsschlauches, des Dünn- und Dickdarms, bringen, unterstützt von der nunmehr stärker einsetzenden Auf-

lösung bezw. Verflüssigung einzelner Futterbestandteile, einen weiteren Zerfall der Gewebselemente der Futterstoffe mit sich.

Die Arbeit der Zerkleinerung des Futters, deren Verlauf wir eben in kurzen Zügen dargelegt haben, ist selbstverständlich je nach der Beschaffenheit der Futtermittel verschieden groß. Sie kann den Tieren jedoch zum Teil abgenommen werden durch besondere Zubereitung, wie durch Schroten und Mahlen, durch Anfeuchten, Einquellen, Brühen, Kochen und Dämpfen. Wenn man bisher auch das Ziel einzelner dieser Zubereitungsweisen lediglich in einer Erhöhung der Schmackhaftigkeit und in einem dadurch ermöglichten stärkeren Verzehr erblickt hat, so kommt doch nach den Beobachtungen des Verfassers als wesentlicher Vorteil noch hinzu eine Verminderung der Zerkleinerungsarbeit und eine hiermit in Zusammenhang stehende bessere Verwertung des Futters.

2. Die eigentliche Verdauung des Futters.[1])

Diese umfaßt alle die Vorgänge, durch welche einzelne oder sämtliche Futterbestandteile befähigt werden, in die im Magen und in der Darmwand eingebetteten, hierzu bestimmten Gefäße einzutreten. Diejenigen Stoffe, wie manche Salze, organische Säuren, Zuckerarten und Peptone, welche an sich schon tierische Membranen zu durchdringen vermögen, benötigen zur Aufnahme in jene Gefäße keiner anderen Vorbereitung als der bloßen Auflösung in einer genügenden Menge Wasser. Bei anderen Stoffen, wie bei den Albuminen und manchen Kohlenhydraten, die in Wasser löslich sind, genügt die bloße Auflösung für den erwähnten Zweck nicht; diese bedürfen vielmehr einer Zerlegung in einfachere Stoffe, einer chemischen Umwandlung, die durch die Enzyme der Verdauungsflüssigkeiten bewirkt wird. Wiederum andere Stoffe, welche in Wasser nicht löslich sind, wie z. B. das Stärkemehl, die Globuline usw., unterliegen erst einem Quellungsprozeß und werden darauf, zum Teil unter Mitwirkung von Mikroorganismen von den Enzymen in lösliche, diffusible Stoffe umgewandelt. Nicht quellbare Futterbestandteile, wie die verholzten Stoffe der pflanzlichen Zellwände, scheinen größtenteils oder ganz in den Wirkungsbereich der Mikroorganismen zu fallen. Im Verein mit der lösenden Kraft des Wassers spielen somit die Enzyme und Mikroorganismen bei der Verdauung die Hauptrolle, entfalten ihre zerlegende Wirkung jedoch nicht immer getrennt, sondern betätigen sich vielfach, namentlich beim Pflanzenfresser, gemeinschaftlich. Dabei verlaufen die Umwandlungsvorgänge keineswegs stets so, daß die organischen Futterbestandteile ohne Verlust dem Organismus zur Verfügung gestellt werden, vielmehr geht die

[1]) Im folgenden ist eine ausführliche Darlegung der außerordentlich komplizierten Vorgänge bei der Verdauung nicht beabsichtigt. Es soll vielmehr nur eine kurze, mehr schematisch gehaltene Übersicht gegeben und nur das berührt werden, was zum allgemeinen Verständnis dieser Vorgänge vom Standpunkte des vorliegenden Lehrbuches aus notwendig erscheint. Bezüglich detaillierter Angaben sei auf die vergleichende „Physiologie der Haussäugetiere“ von W. Ellenberger (Berlin, Paul Parey, 1890, I. Teil) verwiesen.

Spaltung und Zersetzung derselben teilweise soweit, daß einzelne unter den Endprodukten keinen Nährwert mehr besitzen.

An Verdauungsflüssigkeiten, welche durch ihren Gehalt an Enzymen wirken, ergießen sich in das Futter: 1. der Speichel, 2. der Magensaft, 3. die Galle und der Bauchspeichel (Pankreassaft) und 4. der Darmsaft.

1. Gleich beim Verzehr des Futters vermischt sich mit demselben der Speichel, eine schleimige, schwach alkalische Flüssigkeit, welche die aufgenommenen Stoffe erweicht und schlüpfrig macht, und dadurch einerseits das Kauen und Verschlucken erleichtert, andrerseits mineralische und organische Substanzen in Lösung bringt. Neben dieser mechanischen Wirkung, die mit Recht vielfach als die eigentliche Funktion des Speichels aufgefaßt wird, äußert derselbe infolge seines Gehaltes an Enzymen auch chemische Wirkungen auf einzelne Futterbestandteile, hauptsächlich auf das Stärkemehl. Unter dem Einflusse eines sacharifizierenden Fermentes, des Ptyalins, wird die im Futter vorhandene Stärke zum Teil in Dextrine, Maltose und Traubenzucker verwandelt und auch der Rohrzucker langsam in Trauben- und Fruchtzucker zerlegt. Gelangt das Stärkemehl in stark aufgequollenem oder verkleistertem Zustande zum Verzehr, ist das stärkemehlhaltige Futter z. B. gekocht oder gedämpft, so läßt sich die Zuckerbildung durch den Speichel schon nach $^1/_4$—$^1/_2$ Minute nachweisen, wogegen nach der Aufnahme roher Futterstoffe 2—3 Minuten vergehen, bevor sich in dem Futterbrei Zucker bemerkbar macht. Welchen Umfang die Umwandlung des Stärkemehls unter natürlichen Verhältnissen annimmt, ist nicht bekannt. In den Vormägen der Wiederkäuer findet man nämlich in der Regel wenig oder gar keinen Zucker, dagegen viel Milchsäure, und es kann daraus geschlossen werden, daß ein großer Teil des durch den Speichel erzeugten Dextrins und Zuckers in diesen Abschnitten des Verdauungskanals einer sehr raschen, durch Mikroorganismen hervorgerufenen Gärung anheimfällt.

Der Speichel enthält außer dem zuckerbildenden Ptyalin noch geringe Mengen eines proteolytischen Enzyms, welches Eiweißstoffe in Peptone überführt. Da jedoch diese Wirkung eine sehr schwache, kaum nachweisbare ist, so spielt sie bei der Verdauung des Futters im ganzen eine sehr untergeordnete Rolle. Auch die Fette und Öle werden vom Speichel chemisch nicht verändert, sie nehmen aber, soweit sie mit ihm in Berührung kommen, beim Kauen den Zustand einer äußerst feinen Verteilung (Emulsion) an und werden hierdurch den später auf sie einwirkenden Enzymen zugänglicher gemacht.

Die Wirkung des stärkemehlverdauenden Speichelfermentes dauert bei den meisten Tieren auch nach dem Abschlucken der Nahrung noch geraume Zeit fort und wird durch den Eintritt des sauren Magensaftes in den Futterbrei erst verhältnismäßig spät gehemmt und aufgehoben. Die Zerlegung der Kohlenhydrate von der Art des Stärkemehls und Dextrins in einfachere Zuckerarten wird hier ferner gefördert durch die zuckerbildenden Fermente, welche sich in vielen Futtermitteln, namentlich den Körnerarten, vorfinden. — Bei den Wiederkäuern, deren 3 Vormägen, Pansen, Haube und Psalter, noch keinen Zufluß anderer Verdauungssäfte erhalten, gesellt sich zu der Nachwirkung des Speichels noch eine

sehr umfängliche, zersetzende Wirkung einer großen Zahl von Bakterien verschiedenster Art, die mit dem Futter und im Tränkwasser, sowie in der abgeschluckten Luft in den Verdauungsschlauch eindringen und sich dort unter den ihnen sehr zusagenden Bedingungen der Temperatur und Feuchtigkeit rasch vermehren. Die zersetzende Tätigkeit dieser Kleinwesen beschränkt sich dabei nicht auf eine Gruppe von Futterbestandteilen, sondern betrifft sowohl die stickstoffhaltigen Stoffe, wie auch die Rohfaser und Kohlenhydrate. Die Proteinsubstanzen, ebenso die Amide und andere stickstoffhaltige Stoffe nicht-eiweißartiger Natur erleiden durch sie teilweise tiefeingreifende Spaltungen und werden zum Teil von den kleinen Lebewesen assimiliert, zum Teil soweit abgebaut, daß sie als Nährmaterial nicht mehr in Betracht kommen. In den genannten Mägen findet ferner starke Milchsäurebildung auf Kosten der bereits gelösten Kohlenhydrate statt. Sogar die Rohfaser, die der kochenden $1^1/_4$ prozentigen Schwefelsäure und Kalilauge widersteht und von keinem bis jetzt bekannten Enzym der Verdauungsflüssigkeiten angegriffen wird, unterliegt, ebenso wie andere Kohlenhydrate, einer eigentümlichen Zersetzung, der Sumpfgas- oder Methangärung, unter deren Endprodukten teils Gase, nämlich Kohlensäure, Methan, Wasserstoff, teils organische Säuren, Essig- und Buttersäure, ferner Aldehyd und wahrscheinlich noch andere, zurzeit nicht bekannte Stoffe auftreten. Infolge dieser Gärungen werden die Zellwandungen gesprengt und es wird der Zellinhalt der Einwirkung der Verdauungssäfte weiter zugänglich gemacht, wodurch der Zerfall harter vegetabilischer Gewebe in kleinere Partikeln begünstigt und der Auflösung der Nährstoffe Vorschub geleistet wird. Die eben geschilderten Vorgänge charakterisieren den Ablauf des Vorbereitungsprozesses, den die harten, mit inkrustierter Rohfaser umhüllten und daher den Verdauungssäften ohne vorhergehende bakterielle Aufschließung unzugänglichen Zellen der Rauhfutterstoffe in den Vormägen der Wiederkäuer unterliegen. Bei den anderen Säugetierklassen, die nur über einen einfach gebauten Magen verfügen und bei denen die geschilderte Auflösung teils in den späteren Darmpartien erfolgt, teils nicht in Frage kommt, weil die Tiere dieser Art mit leichtverdaulichen Futtermitteln ernährt werden, fällt die Mitwirkung der Bakterien bei der Auflösung der Nährstoffe entweder ganz fort, oder sie wird doch übertroffen durch die Wirksamkeit der Verdauungssäfte, die nunmehr besprochen werden soll.

2. In den Labmagen der Wiederkäuer, in welchen der Futterbrei aus den Vormägen in erweichtem und zerkleinertem Zustande gelangt, ergießt sich nun ebenso wie auch in den einfachen Magen der anderen Säugetierklassen, aus den in der Magenwand eingebetteten Drüsen eine saure Flüssigkeit, der Magensaft, welcher eine ganze Anzahl verschiedener Enzyme, freie Salzsäure, freie Milchsäure enthält und die vom Speichel herrührende alkalische Reaktion allmählich in eine saure umwandelt. Hierdurch wird zunächst die Tätigkeit der Bakterien und später auch die Wirkung des Ptyalins nach und nach aufgehoben. Hat dann der Säuregehalt des Futterbreies eine gewisse Höhe erreicht, so treten die Enzyme des Magensaftes in Funktion. Ein proteolytisches Ferment, das Pepsin, zerlegt unter Mitwirkung der freien Salzsäure und unterstützt

von der durch die Bakterien erzeugten Milchsäure, die Proteinsubstanzen in einfachere Stoffe, hauptsächlich Albuminosen und Peptone; daneben treten bei der Verdauung der Nukleoalbumine und mancher Proteide noch Nukleine, und bei der Zerlegung solcher Eiweißkörper, die Kohlenhydratgruppen oder Farbstoffe enthalten, auch letztere in mehr oder weniger veränderter Form auf. Bei manchen Eiweißstoffen, wie bei dem Kasein der Milch, geht der Verdauung eine eigenartige Gerinnung voraus, die von einem besonderen Enzym, dem Labferment, bewirkt wird und identisch ist mit der außerhalb des Magens durch Labzusatz (bei der Käsebereitung) bewirkten Koagulation des Käsestoffs.

Die Peptone, welche als Endprodukte der Einwirkung des Pepsins auf die Proteinstoffe anzusehen sind, lösen sich ungemein leicht in Wasser und besitzen die Fähigkeit, durch tierische Membranen zu diffundieren; sie geben dieselben Farbenreaktionen (S. 4), wie die Eiweißstoffe, werden jedoch durch neutrale Salzlösungen, selbst durch Ammonsulfat, nicht gefällt. Obwohl die Spaltung der Eiweißkörper durch das Pepsin unter Wasseraufnahme erfolgt, ist die Elementarzusammensetzung des Peptons von derjenigen der Eiweißstoffe kaum verschieden.

Neben den Peptonen und in verhältnismäßig größerer Menge als letztere entstehen bei der Einwirkung des Pepsins auf die Eiweißstoffe eine Anzahl in Wasser löslicher Produkte, die Albuminosen, die sich zum Unterschiede von Pepton sämtlich durch Ammonsulfat ausfällen lassen, untereinander jedoch wiederum verschiedene Löslichkeits- und Fällungsverhältnisse zeigen. Dabei scheinen die aus verschiedenen Muttereiweißstoffen sich bildenden Albuminosen nicht identisch zu sein, sondern weichen untereinander in ihrem Verhalten zu Fällungsreagenzien ab. Man pflegt sie daher je nach ihrer Herkunft als Globulosen, Kaseosen usw. zu bezeichnen. Im übrigen besitzen auch die Albuminosen ein bemerkenswertes Diffusionsvermögen, welches um so stärker ist, je mehr sie sich in ihren Eigenschaften denen der Peptone nähern.

Außer dem Pepsin und dem Labferment, welche die Eiweißstoffe des Futters verändern, enthält der Magensaft noch ein weiteres wichtiges Enzym, die Lipase, welche fein verteilte Fette und Öle in deren Komponenten, freie Fettsäuren und Glyzerin, zerlegt. Da in fast allen Futterstoffen das Fett in der Regel in Form mikroskopisch kleiner Tröpfchen auftritt und zudem der Speichel Öle und Fette leicht emulgiert, so sind in dem in den Magen gelangenden Futterbrei die Vorbedingung für die Fettspaltung erfüllt.

Auf die verschiedenen Kohlenhydrate (Stärkemehl, Zuckerarten, Zellulose) sowie auch auf die Amide des Futters wirkt der saure Magensaft nicht merklich ein. Zwar enthalten die Drüsen des Magens geringe Mengen eines diastatischen Fermentes, etwa ebensoviel wie auch die gewöhnlichen Muskeln, das Blut usw., jedoch kann dasselbe bei normalem Gehalt des Magensaftes an Salzsäure (0,1 bis 0,2 %) keinerlei Wirkung entfalten.

3. Aus dem Magen tritt der Futterbrei in den Dünndarm über, in welchem er mit zwei weiteren, von Drüsen abgesonderten Verdauungsflüssigkeiten, mit dem Sekret der Bauchspeicheldrüse (Pankreas) und mit der Galle vermischt wird. Bei den meisten Tieren mündet der Haupteinführungsgang der

Bauchspeicheldrüse im Darm gemeinsam mit dem Gallengange oder in der Nähe des letzteren; nur bei einigen Tieren, zu denen auch das Rind gehört, tritt zuerst die Galle, und etwas weiter unterhalb im Darmrohr die Pankreasflüssigkeit ein.

Da sowohl die Galle wie der Pankreassaft eine alkalische Reaktion besitzen, so setzen sie der Wirkung des Magensaftes infolge Neutralisation der freien Säuren bald ein Ziel. Zudem verbinden sich gewisse Bestandteile der Galle, die Gallensäuren, mit den Eiweißstoffen der Nahrung und dem Pepsin und geben mit denselben Niederschläge. Die eiweißverdauende Wirkung des Magensaftes wird hierdurch aufgehoben, ohne daß jedoch der Einfluß des Pankreassaftes in dieser Richtung beschränkt würde. Proteolytische Enzyme finden sich in der Galle selbst nicht vor, dagegen enthält dieselbe diastatische und fettspaltende Fermente, welche jedoch beide nur schwach wirken und insofern von keiner großen Bedeutung sind, als der Pankreassaft sowohl Stärkemehl als Fette in großem Umfange zu zerlegen imstande ist. Nichtsdestoweniger übt die Galle auf die Verdauung der Fette einen großen Einfluß aus, indem sie einerseits dieselben in Emulsion bringt, andererseits die Wirksamkeit der aus dem Magen des Pankreas stammenden fettzerlegenden Enzyme sehr begünstigt und große Mengen freie Fettsäuren auflöst. Dazu übt die Galle auf die Schleimhäute und Muskulatur des Darmes einen eigentümlichen Reiz aus, durch welchen die Eigenbewegungen des Darmrohres angeregt und die Absonderung verdauender Flüssigkeiten aus den Darmdrüsen gesteigert wird.

Der Pankreassaft ist eine wasserhelle, geruch- und farblose, alkalisch reagierende, schleimige Flüssigkeit, welche sowohl auf Proteinstoffe, wie auf Fette und Stärkemehl sehr kräftig verdauend wirkt. Das in ihm enthaltene eiweißverdauende Ferment, Trypsin, oder Pankreatin genannt, verwandelt die Eiweißstoffe nicht bloß in Albuminosen und Peptone, sondern geht neueren Anschauungen gemäß in seiner Wirkung soweit, daß ein großer Teil des Proteins in kristallinische Produkte, Tyrosin, Leucin, Asparaginsäure, Glumatinsäure usw. übergeführt wird. Unter den Produkten dieser typischen Eiweißverdauung finden sich im allgemeinen nur solche Stoffe, die in Wasser löslich sind und tierische Membranen zu durchdringen vermögen, nur eine Gruppe weitverbreiteter Eiweißstoffe, die Nukleoproteide, liefert hier wie bei der Magenverdauung einen aus echten Nukleinen bestehenden unlöslichen Rückstand, der als unverdaulich zu betrachten ist. Die Nukleoalbumine dagegen, als deren Hauptvertreter wir das Milchkasein kennen gelernt haben, geben bei ihrer Verdauung außer Albuminosen, Peptonen usw. ein anderes Nuklein, das sogenannte Paranuklein, welches vom Pankreassaft gelöst wird.

Auf die Fette der Nahrung, welche die Pankreasflüssigkeit zu emulgieren befähigt ist, wirkt dieselbe in der gleichen Weise ein, wie das fettspaltende Enzym des Magensaftes. Unter Aufnahme von Wasser gehen die feinverteilten Neutralfette des Futterbreies in Glyzerin und Fettsäuren über. Letztere werden von der Galle in reichlicher Menge gelöst und vereinigen sich mit Alkalien zu Seifen, die ihrerseits wiederum der weiteren Emulgierung von Fetttröpfchen Vorschub leisten.

Der Pankreassaft übt ferner vermittelst eines diastatischen Fermentes noch auf das Stärkemehl eine sehr kräftige Wirkung aus und verwandelt dasselbe fast momentan in Dextrin, Maltose und Traubenzucker.

4. Bei dem weiteren Vorrücken des Futterbreies im Dünndarm entfalten die aus der Galle und Bauchspeicheldrüse stammenden Enzyme eine lange andauernde Tätigkeit. In dem Darmsaft, welcher teils aus den in der Darmwand eingelagerten Drüsen stammt, teils von der Schleimhaut des Darmes selbst abgesondert wird, gelangen weitere, allerdings nur schwach wirkende diastatische und proteolytische Enzyme in den Futterbrei, in welchem alsbald auch allerhand Bakterien zur Wirkung kommen. Gärung und Fäulnis gewinnen allmählich die Oberhand und bringen beim ferneren Vordringen des Futterbreies im Dickdarm die eigentlichen, auf Enzymwirkung beruhenden Verdauungsvorgänge zum Stillstand. Einzelne große Abschnitte dieses Teiles des Verdauungskanals, der Blind- und Grimmdarm, in denen die Gärung in Fäulnis ihren Höhepunkt erreicht, beherbergen namentlich beim Pflanzenfresser eine ungeheuere Zahl von Bakterien verschiedener Art, welche Eiweiß peptonisieren und zersetzen, Fette spalten, Stärkemehl, Zucker und andere Kohlenhydrate in Milchsäure, Buttersäure, Essigsäure usw. umwandeln und selbst die schwer angreifbare Rohfaser in großem Umfange zerstören. Die ungelöst verbliebenen Bestandteile des Futters, beladen mit Schleimstoffen aus der Galle und dem Darmsaft, und noch vermischt mit verdauten, aber nicht zur Resorption gelangten Stoffe gehen in den Kot über.

Wie aus der Schilderung aller dieser im Magen und Darm sich abspielenden Vorgänge geschlossen werden muß, ist die Verdauung der einzelnen Futterbestandteile nicht an ein einziges Organ geknüpft. Die Eiweißstoffe unterliegen der Verdauung nicht bloß im Magen, sondern auch im Darm; auf die Fette und Öle wirkt nicht bloß der Magensaft, sondern auch die Galle, die Pankreasflüssigkeit und der Darmsaft; die Verzuckerung des Stärkemehls vollzieht sich sowohl unter dem Einflusse des Speichels, wie des Pankreas- und Darmsaftes, und die Auflösung bezw. Zersetzung der Zellulose geht bei den Pflanzenfressern sowohl im Magen wie im Dickdarm vor sich. Es ist also zu erwarten, daß die verschiedenen Verdauungsorgane sich mit Bezug auf ihre Funktionen bis zu einem gewissen Grade vertreten und daß dementsprechend die Arbeit des Magens teilweise oder ganz von dem Darme übernommen werden kann. In der Tat bedingt ja die fast vollständige Beseitigung des Magens keineswegs den Hungertod, sondern es gelingt, Tiere, denen dieses Organ genommen ist, nicht bloß am Leben, sondern sogar in gutem Ernährungszustande zu erhalten.

Die große Vollkommenheit des tierischen Organismus, welche sich in diesen Verhältnissen ausspricht, bietet die Gewähr, daß die Verdauung des Futters eine sehr vollständige ist und auch bei teilweiser Erkrankung einzelner Verdauungsorgane nicht vollständig unterbrochen wird. Im gleichen Sinne wirkt auch die Geräumigkeit des Magens und Darmes, welche den normalen Ernährungsverhältnissen der verschiedenen Tiergattungen angepaßt ist. Je nach der Art des gewöhnlich zum Verzehr gelangenden Futters besitzt nämlich der Verdauungs-

schlauch der einzelnen Tierarten eine verschiedene große Ausdehnung. Beim Rind beträgt dieselbe das 20fache der Körperlänge, beim Schaf und der Ziege das 27fache, beim Schweine das 14fache, beim Pferde und Esel das 11—12fache und beim Hund nur das 4fache. Dem Verhältnis zur Länge entspricht auch das Fassungsvermögen des Magendarmschlauches, welches sich beim Rinde auf 365 (Magen 260, Darm 105), beim Pferde auf 211, beim Schweine auf 23 bis 31 und beim Hunde auf 10—14 kg stellt.

Mit dieser verschiedenen Geräumigkeit und Ausdehnung des Verdauungskanals im Zusammenhange steht die Aufenthaltsdauer des Futters im Körper. Beim Rinde, dessen Vormägen sich selbst bei gänzlicher Nahrungsentziehung nie vollständig entleeren, vergehen in der Regel 3—4 Tage, bis die Hauptmasse der Reste einer gegebenen Tagesration in dem Kote ausgeschieden wird. Ebensolange Zeit verweilt das Futter im Verdauungsschlauch des Schafes, der Ziege und des Pferdes, während beim Schwein in der Regel schon nach 36 Stunden, beim Hunde nach 12—15 Stunden die unverdauten Reste einer Mahlzeit entleert werden. Einen wesentlichen Einfluß auf diese Verhältnisse übt die Beschaffenheit des der betreffenden Ration voraufgegangenen und nachfolgenden Futters aus. Reicht man nach einem wenig verdaulichen Futter (Stroh oder Heu) dauernd ein solches, welches sehr vollständig verdaut wird (zartes Gras, Rüben usw.), so währt es unter Umständen 14 Tage und länger, bevor die letzten Reste der ersteren Futterstoffe im Kote ausgeschieden werden; und umgekehrt wird beim Verzehr voluminöser, wenig verdaulicher Stoffe der Verdauungskanal schon in 2—3 Tagen von den Resten des vorangegangenen Futters befreit. Unter gewöhnlichen Verhältnissen rechnet man bei Versuchen mit verschiedenen Rationen 6—8 Tage auf die Entfernung der Reste der voraufgegangenen Nahrung aus dem Körper. In zweifelhaften Fällen empfiehlt sich hierbei eine mikroskopische Untersuchung des Kotes.

3. Die Aufsaugung der verdauten Stoffe in die Säfte des Tierkörpers.

Die gelösten und verdauten Bestandteile des Futters und das Wasser des Darminhaltes gelangen in geringem Umfange schon im Magen, zum bei weitem größten Teile jedoch im Darm zur Aufsaugung (Resorption). Zahlreiche, fein verzweigte Blut- und Chylusgefäße nehmen unter Vermittlung des Epithels des Verdauungskanals und der Darmzotten die verflüssigten Stoffe mit dem Lösungsmittel auf und führen dieselben den Geweben zu.

1. Was zunächst die Eiweißkörper anbetrifft, so haben wir gesehen, daß dieselben vom Magensaft in Albuminosen und Peptone, und von der Pankreasflüssigkeit noch weiter, bis zur Bildung kristallinischer Produkte, zerlegt werden. Da nun alle diese Umwandlungsprodukte leicht löslich sind und tierische Membranen auch leichter durchdringen, als unverändertes Eiweiß, so ist es unzweifelhaft, daß ein Teil der Proteinstoffe in der Form dieser Spaltungsprodukte aufgesaugt wird. Ebenso sicher ist es aber und durch mehrfache Untersuchungen erwiesen, daß auch unverändertes Eiweiß von der Darmschleimhaut aufgesaugt

werden kann. Merkwürdigerweise findet man selbst nach einer eiweißreichen Mahlzeit weder im Chylus, noch im Blute irgendwelche größere Mengen von Peptonen oder Albuminosen, und das Pepton, direkt in die Blutgefäße eingeführt, erscheint zum größten Teile unverändert im Harn. Diese auffallenden Erscheinungen haben erst in letzter Zeit eine befriedigende Erklärung gefunden. Albuminosen und Peptone, ja selbst die kristallinischen Endprodukte der Einwirkung des Bauchspeichels auf Proteinsubstanzen, werden schon in der Schleimhaut der Magen- und Darmwand in Eiweiß zurückverwandelt und treten in dieser Form in die Blutgefäße ein. Wiederum sind es Enzyme, welche hier die Vereinigung der Spaltungsprodukte bedingen. So ist von dem Labferment des Magens nachgewiesen worden, daß dasselbe bei Bluttemperatur auch außerhalb des Magens aus Lösungen von Peptonen und Albuminosen flockige Stoffe abscheidet, welche die Eigenschaften der echten Eiweißstoffe besitzen; und in abgebundenen Teilen des lebenden Darmes, welche mit Produkten der pankreatischen Eiweißverdauung gefüllt worden waren, ließ sich nach einiger Zeit in der Darmwand nichts von diesen Stoffen mehr auffinden, obwohl der Inhalt der Darmschlingen aufgesaugt worden war. Die Zertrümmerung der so verschiedenartig zusammengesetzten Eiweißmoleküle durch die Enzyme der Verdauungsflüssigkeiten liefert die einzelnen Bausteine, aus welchen der tierische Organismus neue, ihm eigentümliche Eiweißkörper zusammenfügt. So ist es erklärlich, daß die ganz verschieden beschaffenen, von den Eiweißstoffen des Tierkörpers stark abweichenden Proteinsubstanzen der Nahrung dennoch zur Erzeugung gleichartigen Körpermaterials Verwendung finden.

2. Ähnlich wie bei den Eiweißstoffen ist auch der Verlauf der Resorption bei den Fetten. Auch diese werden, wie wir gesehen haben, von den Enzymen der Verdauungsflüssigkeiten zerlegt, wobei sich freie Fettsäuren und Glyzerin bilden. Die ersteren, mit Alkalien zu Seifen vereinigt und in der Darmflüssigkeit gelöst, treten durch die Darmwand hindurch größtenteils in den Chylus ein und finden sich hier zum überwiegenden Teile nicht mehr als Seifen (fettsaure Alkalien), sondern als Neutralfette (Triglyzeride) vor. Die Umwandlung, welche sich hier beim Durchgang des resorbierten Materials durch die Schleimhäute vollzieht, wird wahrscheinlich ebenfalls als eine Enzymwirkung zu erklären sein. Neben dieser Art von Fettresorption, die sicherlich in großem Umfang stattfindet und von manchen als der einzige Weg der Aufsaugung betrachtet wird, ist auch ein direkter Übertritt der Fette in den Chylus nicht ausgeschlossen; ohne vorangegangene Verseifung, nur in der Form äußerst fein verteilter Tröpfchen, sollen nach weit verbreiteter Ansicht die Fette die Darmwand direkt durchdringen und in den Chylus eintreten.

3. Die Kohlenhydrate[1]) werden hauptsächlich in der Form der Monosaccharide (Traubenzucker, Fruchtzucker, Galaktose) oder soweit sie in Milchsäure, Buttersäure, Essigsäure usw. übergeführt werden, in der Form dieser Säuren oder deren Salzen resorbiert. Dieselben treten nur in unbedeutender Menge in

[1]) S. w. u. Kap. 3.

den Chylus, zum allergrößten Teile aber in die Blutgefäße ein. Die Auflösung der Rohfaser scheint lediglich auf der Tätigkeit von Mikroorganismen zu beruhen[1]) und die schon genannten Zerfallsprodukte zu liefern. Über die Form, in welcher die Pentosane zur Resorption gelangen, ist nichts Näheres bekannt; man wird aber nicht fehlgehen, wenn man für diese Stoffgruppe ganz ähnliche Vorgänge annimmt wie für die Kohlenhydrate, bezw. die mit ihnen vergesellschaftete Rohfaser.

4. Das Wasser und die in ihm aufgelösten Salze werden nur in geringem Umfange im Magen, zum größten Teile im Darm in das Blut aufgenommen. Die Resorption solcher Salze, welche z. B. wie der phosphorsaure Kalk bei alkalischer oder neutraler Reaktion in Wasser nicht löslich sind, scheint von den Eiweißstoffen und den Peptonen, welche auf diese Salze lösend wirken, wesentlich begünstigt zu werden.

Die Aufnahme der gelösten Stoffe aus dem Futterbrei erfolgt hauptsächlich nach den Gesetzen der Kapillarität, der Filtration und der Diffusion. Sie hängt demnach nicht bloß ab von der Natur der in Lösung übergeführten Stoffe und von der Beschaffenheit der resorbierenden Fläche, sondern auch von der Ausdehnung der letzteren und von der Konzentration der aufzunehmenden Substanzen. Was die Flächenausdehnung der Magen- und Darmwand, von der Einmündung der Speiseröhre in den Magen bis zum After betrifft, so beträgt dieselbe ohne Einrechnung der durch die Darmzotten bedingten Flächenvergrößerung, beim Rinde 17, beim Pferde 15, beim Schweine 3, beim Hunde 0,5 qm. Den Kräften, welche bei der Resorption ins Spiel kommen, ist somit ein breiter Raum zu ihrer Entfaltung gegeben, und die gelösten Stoffe werden rasch und sehr vollständig aus dem Verdauungsschlauch entfernt. Hierdurch werden sie nicht nur einer weitergehenden Zersetzung durch Mikroorganismen entzogen, sondern es wird auch verhindert, daß die Konzentration der Lösungen im Verdauungsapparat eine gewisse Grenze überschreitet. Sammeln sich nämlich die Verdauungsprodukte über ein gewisses Maß an und werden dadurch die Lösungen im Futterbrei zu konzentriert, so verlangsamt sich sowohl die Wirkung der Enzyme wie die Resorption. Es treten dann sogar Störungen auf, die zu einer vorzeitigen Ausstoßung des Futterbreies aus dem Darme führen. So hat man z. B. beobachtet, daß eine Lösung von Rohr- oder Traubenzucker im Darm am vollkommensten bei einer Konzentration von 0,5% aufgesaugt wird, während bei zunehmendem Gehalt der Lösung die Resorption abnimmt und bei einer Konzentration von 5% Störungen der erwähnten Art auftreten.

4. Der unverdaute Teil des Futters.

In den letzten Darmabschnitten treten die Verdauungsvorgänge mehr und mehr zurück und nur die Fäulnisorganismen entfalten noch eine lebhafte Tätig-

[1]) Scheunert, Zeitschr. f. physiol. Chemie 48. Bd., 1906, S. 9; v. Hoeßlin und E. J. Lesser, Zeitschr. f. Biologie 54. Bd., 1910, S. 47; G. Fingerling, A. Köhler u. Fr. Reinhardt, Landw. Versuchsstationen 84. Bd., S. 149.

keit. Der Futterbrei, durch die Resorption der flüssigen Bestandteile allmählich eingedickt, sammelt sich daselbst an und wird von Zeit zu Zeit in Form von Kot ausgestoßen.

Die Hauptmasse dieser Entleerungen, welche immer noch viel Feuchtigkeit enthalten, besteht bei den landwirtschaftlichen Nutztieren aus nicht verdauten Teilen des Futters, die jedoch keineswegs aller verdauungsfähigen Stoffe beraubt sind, sondern je nach der Art der Nahrungsmittel und der Vollkommenheit ihrer Zerkleinerung noch geringe Mengen an sich verdaulichen Materials enthalten. So ist z. B. durch Fütterungsversuche mit der aus normalem Kote hergestellten Rohfaser nachgewiesen worden, daß bei nochmaliger Einführung derselben in den Verdauungsapparat eine weitere Auflösung bezw. Zersetzung dieses Kotbestandteiles erfolgt. Größere Mengen dieser verdauungsfähigen Stoffe finden sich freilich bei normalem Verlauf der Verdauung im Kote nicht vor, treten vielmehr nur dann auf, wenn das Futter schlecht gekaut worden ist oder Verdauungsstörungen eine vorzeitige Entleerung des Darmes herbeiführen.

Neben den eigentlichen Nahrungsresiduen enthält der Kot immer noch Reste von Verdauungssäften, vor allem Schleimstoffe, stickstoffhaltige und stickstofffreie Gallenbestandteile, Darmepithelien und Stoffwechselprodukte, die aus den Geweben des Körpers stammen, sowie angeblich eine beträchtliche Menge Bakterienleiber.[1]) Alle diese Stoffe wären von dem Kote in Abzug zu bringen, wenn man den unverdaulichen Teil des Futters genau kennen lernen wollte. Bei ihrer großen Ähnlichkeit mit den Bestandteilen des Futters ist jedoch ihre quantitative Bestimmung bis jetzt noch nicht vollständig gelungen, wie auch die genaue Ermittlung der Mengenverhältnisse, in welchen die einzelnen Formen der Eiweißstoffe oder Kohlenhydrate an der Zusammensetzung vegetabilischer Substanzen beteiligt sind, künftigen Forschungen vorbehalten bleibt. Zunächst darf es wohl als sicher gelten, daß nennenswerte Mengen von Kohlenhydraten in Anbetracht ihres spärlichen Auftretens in den tierischen Säften kaum aus dem Körper in den Kot übergehen und daher die stickstofffreien Extraktstoffe und die Rohfaser des Kotes ihrer ganzen Menge nach aus dem Futter stammen. Anders verhält es sich jedoch mit Rohfett und dem Rohprotein. Fettartige, in Äther lösliche Substanzen gelangen besonders mit der Galle in den Futterbrei und erhöhen die Menge des Kotfettes. Daß in der Tat ein Teil des im Kote enthaltenen Rohfettes nicht aus der Nahrung herrührt, geht aus Versuchen mit fettarmen Futterstoffen hervor, bei denen die Entleerungen aus dem Darm zuweilen etwas mehr ätherlösliche Stoffe enthalten, als das verzehrte Material. Da es sich hierbei indessen immer um sehr geringe Beträge handelt, sie selbst

---

[1]) Nach Untersuchungen M. Lissauers (Archiv f. Hygiene 58. Bd., 1906, S. 136) sollen sich in der Kottrockensubstanz gesunder erwachsener Menschen 9%, im wasserfreien Kot von Kühen 15—19% Bakterien-Trockensubstanz vorfinden (?). Dagegen haben A. Morgen, C. Beger und F. Westhaußer die Anwesenheit solch zahlreicher Bakterien bisher nicht nachweisen können. (Landw. Versuchsstationen 85. Bd., S. 1.)

beim Rinde täglich nur wenige Gramme ausmachen,[1]) so kann es nicht sonderlich ins Gewicht fallen, wenn man bei der Bestimmung des Fettgehaltes des Kotes den aus dem Körper stammenden Teil ätherlöslicher Stoffe nicht weiter in Betracht zieht.

In höherem Grade als durch ätherlösliche Stoffe wird die Zusammensetzung des Kotes durch die stickstoffhaltigen Stoffwechselprodukte, vor allem durch das Mucin (Schleim) und durch einzelne Gallenbestandteile beeinflußt. Verabreicht man den Tieren ein Futter, welches vollständig stickstofffrei ist, so findet man nichtsdestoweniger eine recht ansehnliche Menge stickstoffhaltiger Substanzen im Kote vor. So hat z. B. Th. Pfeiffer[2]) bei Schweinen, welche ein Gemisch von Kartoffelstärke, Rohrzucker, Olivenöl, Papierfaser und verschiedenen Salzen verzehrten, in der resultierenden Kottrockensubstanz im Durchschnitt zweier Versuche soviel Stickstoff gefunden, als einem Rohproteingehalt von 4,4% entsprach. Ähnliches hat der Verfasser[3]) auch bei Wiederkäuern (Schafen) beobachtet, denen neben einem fast vollständig unverdaulichen, sehr stickstoffarmen Material (Sägemehl) nur stickstofffreie Stoffe (Stärke, Zucker und Salze) verabreicht worden waren.

Da nun die quantitative Trennung des in den Nahrungsresiduen enthaltenen Stickstoffs von denjenigen Teilen, die aus dem Körper stammen, eine von den Bedingungen ist, auf welchen die Bestimmung der Verdaulichkeit des verfütterten Rohproteins beruht, so hat man sich eifrig bemüht, ein geeignetes Verfahren zur Bestimmung des Stickstoffs der Stoffwechselprodukte im Kot ausfindig zu machen. So hat man in dieser Richtung zuerst den Gehalt der in Wasser löslichen Bestandteile des Kotes an Stickstoff ermittelt[4]) und ging später auf Grund besonderer Erwägungen dazu über, nur den in Form von Gallenbestandteilen dem Kote beigemischten Stickstoff der Menge nach zu bestimmen.[5]) Dabei gewann man den Eindruck, daß die Menge der stickstoffhaltigen Stoffwechselprodukte höchst wahrscheinlich in einem geraden Verhältnis zu der Menge der verdauten organischen Substanz stehe; es gelang jedoch nicht, dieses Verhältnis genau abzugrenzen, weil man in keinem Falle sicher war, die ganze Menge der in Rede stehenden Produkte und nur diese von dem Kote getrennt zu haben. Als dann später von A. Stutzer ein Verfahren bekannt gegeben wurde, nach welchem sich eine vollständige Verdauung der Proteinstoffe außerhalb des Tieres

[1]) Die älteren Untersuchungen über die Verdauung des Fettes der Futtermittel sind wenig zuverlässig, weil man zur Extraktion des Fettes weder vollständig wasserfreie Substanz, noch auch absolut wasserfreien Äther benutzte. Wegen der Löslichkeit auch nicht fettartiger Stoffe in wasserhaltigem Äther fielen hierbei die Ergebnisse der Fettbestimmungen namentlich im Futter und mehr noch im Kote zu hoch aus.

[2]) Journal für Landwirtschaft 33. Jahrg. 1885, S. 170.

[3]) Nicht veröffentlicht.

[4]) Henneberg und Stohmann, Beiträge zur Begründung einer rationellen Fütterung der Wiederkäuer. 2. Heft, 1864, S. 375.

[5]) E. Schulze und M. Maercker, Journal für Landwirtschaft 19. Bd., 1871, S. 49; O. Kellner, Landw. Versuchsstationen 24. Bd., 1880, S. 434 und Journal für Landwirtschaft 29. Jahrg. 1881, S. 265.

mittelst salzsaurem Magensaftes erzielen lassen sollte, und der Verfasser[1]) die neue Untersuchungsmethode auf eine Anzahl Futtermittel anwandte, deren Verdaulichkeit durch den Tierversuch schon direkt ermittelt worden war, fand sich, daß nach der künstlichen Verdauung weniger Protein ungelöst blieb, als beim Tierversuch im Kote erschien. In Anbetracht der sehr kräftigen und weitgehenden Extraktion und Resorption, welche das Futter im Magen und Darm erleidet, lag es nun nahe, diesen Mehrgehalt des Kotes auf die Rechnung der stickstoffhaltigen Stoffwechselprodukte zu setzen, deren Menge, unter dieser Voraussetzung berechnet, wiederum in annähernder Proportion zu dem Umfange der Gesamtverdauung stand. Auf 100 Teile verdaute Trockensubstanz wurden nämlich 0,3—0,5, im Mittel 0,4 Teile Stickstoff im Kote mehr gefunden, als bei Einwirkung des Magensaftes auf die betreffenden Futtermittel unverdaut blieb. Da später auch in den schon erwähnten Untersuchungen Th. Pfeiffers mit Schweinen auf direktem Wege genau das gleiche quantitative Verhältnis beobachtet wurde, so gab man sich der Hoffnung hin, daß ein Vergleich der künstlichen mit der natürlichen Verdauung des Proteins das Ziel erreichen läßt.

Bei seinen Versuchen mit stickstofffreiem Futter hatte Th. Pfeiffer[2]) weiter die wichtige Beobachtung gemacht, daß sich die aus dem Tierkörper stammenden stickstoffhaltigen Bestandteile des frischen Kotes durch Pepsinsalzsäure vollständig in Lösung bringen lassen. Als dann später G. Kühn[3]), nach Ausarbeitung eines besseren Verfahrens der künstlichen Verdauung, in Versuchen mit Ochsen Futtermittel und Kot gleichmäßig mit Pepsinsalzsäure behandelte, fand er im Kote dasselbe absolute Quantum pepsinunlösliches Protein wie im Futter. Die natürliche Verdauung der Eiweißstoffe im Magen und Darm geht — so schloß man aus diesem Befunde — nicht weiter, als die Wirkung der Pepsinsalzsäure, die nach diesen Untersuchungen auch die stickstoffhaltigen Bestandteile der Kotbakterien in Lösung bringt. Neuere umfassende Untersuchungen jedoch, die von A. Morgen[4]) und seinen Mitarbeitern ausgeführt wurden, haben gezeigt, daß die hierbei gemachten Voraussetzungen den tatsächlichen Verhältnissen nicht entsprechen. Einmal ist die Menge der stickstoffhaltigen Stoffwechselprodukte keine konstante, sondern sie ist im weitgehenden Umfange abhängig von der Beschaffenheit des Futters; ferner genügt nach den Versuchsergebnissen der genannten Forscher die Behandlung des Kotes mit Pepsinsalzsäure nicht, um alle Stoffwechselprodukte stickstoffhaltiger Natur in Auflösung zu bringen, sondern es ist zum mindesten noch eine Nachbehandlung mit Trypsin erforderlich, die allerdings das Ziel wahrscheinlich auch noch nicht ganz erreichen läßt. Die Versuche lehren schließlich noch, daß die Existenz großer Mengen Bakterienleiber, die nach der bisherigen Annahme durch den Kot ausgeschieden werden und dadurch gleichfalls eine zu niedrige Verdaulichkeit der Eiweißstoffe vortäuschen sollten, mehr als fraglich ist.

---

[1]) Biedermanns Centralblatt für Agrikulturchemie 9. Jahrg. 1880, S. 763.
[2]) Zeitschrift für physiol. Chemie 10. Bd., 1886, S. 561.
[3]) Landw. Versuchsstationen 44. Bd., 1894, S. 204.
[4]) Landw. Versuchsstationen 85. Bd., 1914, S. 1, u. 92. Bd., 1918, S. 79.

Wie die stickstoffhaltigen Substanzen, so sind auch die Mineralstoffe des Kotes nicht in ihrer Gesamtmenge als unverdauter Rest zu betrachten. Der Darm dient eben nicht bloß der Verflüssigung und Aufsaugung der Nahrung, sondern ist zugleich auch Absonderungsorgan und nimmt als solches neben den organischen Stoffwechselprodukten auch Mineralstoffe aus den tierischen Säften auf. Wie E. Wildt[1]) für den Wiederkäuer nachgewiesen hat, treten in einzelnen Darmabschnitten anorganische Bestandteile des Futters in den Säftekreislauf ein, um an anderen Stellen des Verdauungsapparates wieder abgesondert zu werden, und zwar lassen sich vier solcher Stoffkreisläufe unterscheiden. Der erste wird durch die Speicheldrüsen hervorgerufen, deren Sekret besonders reich ist an Natron und Phosphorsäure; bereits im dritten Magen kehren diese Stoffe wieder in die Blutbahn zurück. Der zweite dieser Kreisläufe betrifft das Sekret der Labmagendrüsen, welche den an Salzsäure besonders reichen Magensaft absondern, aber auch Kali, Natron und Phosphorsäure enthalten. Die Galle und Pankreasdrüse, deren Sekrete an Natron und organisch gebundenem Schwefel reich sind, geben Veranlassung zu den beiden letzten Kreisläufen; ihre Absonderungen werden im Dünndarm und Blinddarm zum großen Teile wieder resorbiert. Von den einzelnen Drüsen wurden bei Schafen nach Wildt im Laufe von 24 Stunden folgende Mengen mehr abgesondert, als im betreffenden Darmabschnitt zur Resorption gelangten:

	Speicheldrüsen g	Labmagendrüsen g	Dünndarmdrüsen g	Insgesamt g	Gehalt des Futters g
Kali	—	4,4	—	4,4	9,1
Natron . . .	15,0	7,3	9,3	31,6	1,1
Kalk	—	—	0,6	0,6	3,3
Chlor	—	17,2	—	17,2	3,2
Phosphorsäure .	8,0	2,6	—	10,6	1,0

In Anbetracht des großen Umfanges, welchen diese Vorgänge annehmen, läßt sich selbstverständlich nicht entscheiden, ob und in welchem Verhältnis die im Kote verbleibenden Mineralstoffe aus dem Futter stammen oder als Absonderungen aus den Säften des Tierkörpers zu betrachten sind. Es kommt noch hinzu, daß auch die Art des Futters auf die Ausscheidungswege der Mineralstoffe einen großen Einfluß ausübt. Bei überwiegender Ernährung der Wiederkäuer mit solchen Futtermitteln, welche eine alkalisch reagierende Asche liefern, in denen also Kali, Natron und Kalk über die Phosphorsäure, Schwefelsäure und Salzsäure vorherrschen, namentlich bei reichlichem Verzehr von Grünfutter, Heuarten, Wurzel- und Knollengewächsen, findet man fast die gesamte Menge der Phosphorsäure im Kote und nur sehr wenig davon in dem alkalisch reagierenden Harn, während umgekehrt ein phosphorsäurereicher, sauer reagierender Harn nach dem Verzehr solchen Futters zu beobachten ist, welches wie die Milch, viele Ölkuchen, Getreidearten, Stroh usw., im Verhältnis zu den Basen viel Phosphor-

[1]) Journal für Landwirtschaft 22. Jahrg. 1874, S. 2, u. 27. Jahrg. 1879, S. 177.

säure enthält und eine saure Asche liefert. Auch bei anderen Tiergattungen läßt sich die Ausscheidung der Mineralstoffe in dieser Weise beeinflussen.

5. Methoden zur Feststellung des Umfanges der Verdauung.

Um zu ermitteln, welche Stoffe aus einem gegebenen Futtermittel verdaut und resorbiert werden und in welchem Umfange dies geschieht, pflegt man Versuche mit Tieren auszuführen und die Menge und Zusammensetzung sowohl des Futters wie des aus letzterem stammenden Kotes nach gleichen Untersuchungsmethoden zu bestimmen. Da nun, wie schon angegeben, bei den landwirtschaftlichen Nutztieren, insbesondere bei den Wiederkäuern, der Verdauungsprozeß sehr langsam verläuft und zumeist 4—5 Tage vergehen, ehe die Reste des vorangegangenen Futters vollständig entfernt werden, so hat man bei diesen Tieren stets eine genügend lange, 6—8 Tage währende vorbereitende Fütterungsperiode einzuhalten und in derselben qualitativ und quantitativ genau gleichbleibende Rationen zu verabreichen. Da ferner bei den Wiederkäuern die Vormägen sich niemals vollständig entleeren und in denselben eine innige Mischung des Futterbreies stattfindet, so läßt sich der Kot, welcher aus zwei aufeinander folgenden Rationen gebildet wird, nicht so leicht wie beim Fleischfresser durch dem Futter zugemischte Farbstoffe, Kohle oder Knochen usw. abgrenzen; es bleibt vielmehr nichts anderes übrig, als mit der quantitativen Aufsammlung des Kotes solange zu warten, bis man ganz sicher ist, daß die Entleerungen nur von der Versuchsration herrühren. Da ferner die Ausstoßung des Kotes mehr oder weniger von dem Willen des Tieres abhängt und daher nicht innerhalb gleichbleibender Zeiträume erfolgt, so würde eine nur wenige Tage währende Aufsammlung nicht genügen, um die dem täglichen Verzehr genau entsprechende Menge unverdauter Stoffe zu ermitteln. Man hat daher die engere Periode der quantitativen Kotaufsammlung auf einen Zeitraum von mindestens 8 Tagen beim Schweine, und 10 Tagen beim Wiederkäuer, oder besser noch auf 10 bezw. 12 Tage auszudehnen, um zuverlässige Durchschnittswerte zu bekommen.[1] Die Aufsammlung selbst geschieht mittels Kotbeutels, Kotschürze oder besonderer Stalleinrichtungen, welche verhindern, daß die festen Ausscheidungen verstreut werden oder mit dem Harn in Berührung kommen. Alle 24 Stunden wägt und mischt man den entleerten Kot und entnimmt ihm aliquote, später zu einer Durchschnittsprobe zu vereinigende Teilproben, welche entweder ohne Verzug bei niedriger Temperatur (60—70° C.) getrocknet oder mittels Chloroform in dichtschließenden Glasgefäßen konserviert werden. Sind die täglichen Kotmengen wie beim Pferd und Rind sehr groß, so behalten dieselben nach ihrer Entleerung ziemlich lange die Temperatur des Tierkörpers und unterliegen leicht der Zersetzung. Aus diesem Grunde und auch weil die Durchmischung so großer Massen einige Schwierigkeit

[1]) Die Dauer der Kotansammlung richtet sich streng genommen nach der Menge desjenigen Bestandteiles der Ration, dessen Verdaulichkeit man bestimmen will. Ist diese Menge niedrig, so muß man 15—20tägige Perioden einhalten, um zuverlässige Zahlen zu erhalten.

bietet, wird bei diesen Tieren in der Regel schon alle 12 Stunden das Gewicht festgestellt und die Probenahme bewerkstelligt.

Damit ferner innerhalb eines solch ausgedehnten Versuchs täglich stets die gleichen Trockensubstanzmengen zum Verzehr kommen, wägt man die lufttrocknen Futtermittel vor Beginn des Versuchs für die ganze Dauer desselben, bei mehreren zusammengehörigen Versuchsperioden am besten für die ganze Versuchsdauer in einzelnen Tagesrationen aus und verteilt dann die letzteren mittelst der Wage auf die einzelnen Mahlzeiten, die immer zu gleicher Zeit stattzufinden haben. Von solchen Futtermitteln, die sich in ihrer Zusammensetzung rasch ändern, wie von Sauerfutter, Schlempe und anderen wasserreichen Produkten, wägt man die Rationen täglich aus und nimmt dabei regelmäßig Proben für die nachfolgende Untersuchung; oder man trifft besondere Maßnahmen, welche eine gleichbleibende Zusammensetzung des Futters sichern. Die Größe der Rationen muß dabei der Freßlust der Tiere angepaßt sein, damit das vorgelegte Futter auch wirklich vollständig verzehrt wird. Futterreste, auch wenn dieselben zurückgewogen und untersucht werden, bringen immer Störungen und beeinträchtigen in der Regel die Zuverlässigkeit der Versuchsergebnisse.

Aus der Menge und Zusammensetzung des Futters und des Kotes läßt sich sodann der Umfang der Verdauung berechnen. Zwar enthält der Kot, wie bereits (S. 32) dargelegt, immer kleine Mengen ätherlösliche Stoffe (Rohfett) und größere Mengen stickstoffhaltiger Substanzen, welche als Stoffwechselprodukte anzusprechen sind und nicht direkt aus dem Futter stammen. Da man aber kein Verfahren kennt, welches diese Stoffe von den Nahrungsresiduen sicher zu trennen gestattet, so hat man sich bis jetzt allgemein damit begnügt, die Größe der Verdauung gleichzusetzen der Differenz zwischen Futter und Kot, ein Verfahren, das jedoch namentlich im Lichte der bereits erwähnten Versuche A. Morgens und seiner Mitarbeiter (S. 34) nicht richtig ist und zu ganz falschen Vorstellungen über die Verdaulichkeit der stickstoffhaltigen Bestandteile eines Futtermittels führen kann.[1])

Zur Erläuterung des Verfahrens, nach welchem der Umfang der Verdauung eines Futtermittels aus einem solchen Versuche abgeleitet wird, diene das nachfolgende, den Arbeiten des Verfassers entnommene Beispiel: Ein Schnittochse erhielt täglich 9 kg Wiesenheu zugewogen und schied im täglichen Durchschnitt des 15 tägigen Versuchs 18,008 kg Kot von einem durchschnittlichen Trockensubstanzgehalt von 17,43% aus. An wasserfreier Substanz waren 7,303 kg[2]) verzehrt und 3,139 kg im Kote ausgeschieden worden. Die chemische Analyse ergab folgende Zusammensetzung der Futter- und Kot-Trockensubstanz:

	Wiesenheu %	Kot %		Wiesenheu %	Kot %
Rohprotein	9,36	10,89	Rohfett	2,10	2,75
Stickstofffreie Extraktstoffe	52,05	46,28	Rohfaser	29,81	29,01
			Mineralstoffe . . .	6,68	11,07

[1]) Vgl. A. Morgen u. Mitarbeiter, Landw. Versuchsstationen 92. Bd., 1918, S. 79.

[2]) Abzüglich 8 g Futterrest.

Aus der absoluten Menge und der Zusammensetzung des Futters und Kotes berechnet sich nun die Größe der Verdauung wie folgt:

	Trocken-substanz kg	Organische Substanz kg	Roh-protein kg	Stickstofffreie Extraktstoffe kg	Roh-fett kg	Roh-faser kg
Verzehrt . . .	7,303	6,815	0,684	3,801	0,153	2,177
Im Kot . . .	3,139	2,792	0,342	1,453	0,086	0,911
Mithin verdaut.	4,164	4,023	0,342	2,348	0,067	1,266
Verdaut in Prozenten der Einzelbestandteile:	57,0	59,0	50,0	61,8	43,8	58,2

Die zuletzt angeführten Zahlen nennt man Verdauungs-Koeffizienten, eine Bezeichnung, die zwar der in der Mathematik gebräuchlichen Terminologie nicht entspricht, im folgenden aber beibehalten werden soll.

Um die Verdaulichkeit des Reinproteins, d. i. des wirklichen Eiweißes zu berechnen, pflegte man bisher anzunehmen, daß die nicht-eiweißartigen Stickstoffverbindungen des Futters, weil im Wasser leicht und vollständig löslich, ohne Rest aus dem Futterbrei in die Körpersäfte eintreten und daß ferner die stickstoffhaltigen Kotbestandteile nur dem Futtereiweiß entstammen. Daß die letztere Annahme wegen des Gehaltes des Kotes an Stoffwechselprodukten nicht ganz zutrifft, haben wir (S. 34) bereits dargelegt. Ebenso unsicher ist die andere Annahme von der vollständigen Resorption der nicht-eiweißartigen Stickstoffsubstanzen des Futters. Aus Untersuchungen[1]) A. Morgens und des Verfassers schien hervorzugehen, daß diese Futterbestandteile von den Bakterien des Futterbreies in beträchtlichem Umfange in Eiweiß umgewandelt und in einzelnen Fällen bis zur Hälfte ihrer Gesamtmenge im Kote ausgeschieden werden können. Wie jedoch bereits S. 34 erwähnt, haben neuere Versuche von A. Morgen dieses Resultat nicht bestätigt. Dieser Forscher konnte trotz günstigster Bedingung für die Entwicklung der Bakterien kein unverdauliches Bakterieneiweiß im Kote feststellen. Nach allem, was wir von der Ernährung der Bakterien wissen, kann es zwar nicht zweifelhaft sein, daß die Amide ein günstiges Nährmaterial für die im Pansen und Darm der Wiederkäuer massenhaft vorhandenen Bakterienarten abgeben und daß auf diesem Wege aus den Amiden Bakterieneiweiß gebildet wird. Dieses Bakterieneiweiß wird aber zum größten Teil verdaut und nicht als unverdauliches Bakterieneiweiß durch den Kot ausgeschieden, wie bisher vielfach angenommen wurde; jedenfalls ist ihre Menge nicht so groß, daß der durch sie in den Kot gelangende Stickstoff die Feststellung der Verdaulichkeit der Eiweißstoffe irritieren könnte. Es sind vielmehr hauptsächlich Stoffwechselprodukte stickstoffhaltiger Natur, die auch die Verdaulichkeit des Reineiweißes in einem unrichtigen Lichte erscheinen lassen, wie wir dies für das Rohprotein bereits dargelegt haben.

Ist die Verdaulichkeit eines Futterstoffes zu ermitteln, der nicht zu den sogenannten Rauhfutterarten gehört, so hat bei den Pflanzenfressern eine etwas

[1]) A. Morgen, Landw. Versuchsstationen 68. Bd., 1908, S. 372 und O. Kellner, 72. Bd., 1910, S. 437.

andere Versuchsanordnung Platz zu greifen. Diese an den Verzehr voluminöser Futtermittel gewöhnten Tiere würden erkranken, jedenfalls aber eine der Norm nicht entsprechende Verdauung unterhalten, wenn ihnen das Rauh- oder Grünfutter völlig entzogen würde. Man kann es daher nicht umgehen, neben dem auf seine Verdaulichkeit zu prüfenden Futterstoff noch Heu oder Stroh zu verabreichen, und ist hierdurch gezwungen, die Verdaulichkeit auch dieses Teiles der Ration in einem gesonderten Versuch festzustellen. Soll z. B. die Verdaulichkeit irgend einer Sorte Ölkuchen ermittelt werden, so hat man zwei Versuche auszuführen, einen mit demjenigen Futter, welches vorher oder nachher neben dem Ölkuchen verabreicht werden soll, also ohne Zulage des letzteren, und einen zweiten mit genau dem gleichen Futter unter Zugabe des Ölkuchens. Von den im zweiten Versuch zur Verdauung gelangten Bestandteilen der Nahrung hat man dann nur die entsprechenden, im anderen Versuch ermittelten Mengen abzuziehen, um denjenigen Teil der verdauten Stoffe zu finden, welche aus dem Ölkuchen stammen. — Es ist ferner darauf zu achten, daß durch die Zulage des zu prüfenden Futtermittels das Verhältnis zwischen den stickstoffhaltigen und stickstofffreien verdaulichen Stoffen nicht über ein bestimmtes Maß, das wir S. 57 noch kennen lernen werden, erweitert wird, weil die Verdauung sonst eine Einbuße erleiden würde. Diesen verdauungsmindernden Einfluß stickstoffarmer Futtermittel, deren Verdaulichkeit festgestellt werden soll, schaltet man aus, indem man entweder ein stickstoffreiches Rauhfutter (gutes Leguminosenheu) benützt oder an Stelle desselben ein Gemisch von stickstoffärmerem Rauhfutter mit einem in beiden Versuchen genau gleichbleibenden Prozentsatz eines stickstoffreichen Beifutters (Ölkuchenmehl) verwendet.

Um die Ergebnisse solcher Ausnutzungsversuche zu kontrollieren und um geschützt zu sein vor Zufälligkeiten, die in abnormer Beschaffenheit des Verdauungsapparates oder in äußerlich nicht erkennbaren Erkrankungen einzelner Organe begründet sein können, verwendet man zu den Untersuchungen in der Regel mindestens zwei Tiere. Nur selten beobachtet man dann, namentlich wenn für die Gleichartigkeit des Verzehrs Sorge getragen, das Gebiß der Tiere in Ordnung ist und die Dauer der Kotaufsammlung nicht zu kurz bemessen wird, irgend welche auffallende Verschiedenheiten in dem Umfange der Verdauung.[1])

Der Ausnützungsversuch mit dem Tier ist im Laufe der Zeit eines der wichtigsten Forschungsmittel auf dem Gebiete der Tierernährung geworden, und alle Bestrebungen, ihn durch Regeln und Formeln zu ersetzen und die Verdaulichkeit der Futterstoffe aus deren chemischer Zusammensetzung zu berechnen, haben trotz ihrer Beschränkung auf gewisse Gruppen von Futterstoffen keinen besonderen Erfolg gehabt. Schon gleich nach der Ausführung der ersten Verdauungsversuche mit Wiederkäuern hatten Henneberg[2]) und Stohmann[3]) die

[1]) Über die Fehlergrenze bei Ausnutzungsversuchen siehe G. Kühn, Landw. Versuchsstationen 29. Bd., 1883, S. 119.

[2]) Beiträge zur Begründung einer rat. Fütterung der Wiederkäuer 2. Heft, 1864, S. 332.

[3]) Landw. Versuchsstationen 11. Bd., 1869, S. 401.

Ergebnisse ihrer Arbeiten in dieser Richtung zu verwerten gesucht und zunächst Gleichungen aufgestellt, nach welchen die aus einem beliebigen Rauhfutterstoffe zur Verdauung gelangende Proteinmenge aus den Rohbestandteilen des betreffenden Futters gefunden werden sollte. Da aber weitere Beobachtungen am Tier mit den Resultaten dieser Rechnung Differenzen ergaben, die nicht selten 20—30% überschritten, so haben sich die Formeln nicht eingebürgert. Dasselbe Schicksal hatte eine aus den gleichen Versuchen abgeleitete Regel,[1]) nach welcher die Gesamtmenge der in Wasser löslichen Bestandteile des Rauhfutters ein relatives Maß für den verdaulichen Teil der stickstofffreien Extraktstoffe bilden sollte; auch diese Regel versagte bei weiterer Prüfung.

Etwas größere Zuverlässigkeit muß einem anderen, von denselben Autoren[2]) herrührenden Berechnungsverfahren zuerkannt werden, nach welchem die Gesamtmenge der durch die chemische Analyse festgestellten stickstofffreien Extraktstoffe eines Rauhfutters gleich ist dem zusammen aus der Rohfaser und den stickstofffreien Extraktstoffen verdauten Anteil. Vergleicht man nämlich die Ergebnisse solcher Ausnützungsversuche, die in größerer Zahl mit Rauhfutterstoffen gleicher Art an Wiederkäuern ausgeführt worden sind, so findet man folgende, auf die Trockensubstanz des Futters berechneten Werte:

	Gehalt des Futters an stickstofffreien Extraktstoffen %	Verdaut von der Rohfaser und den stickstofffreien Extraktstoffen zusammen %
Wiesenheu	47,5	47,8
„ proteinreich	47,4	48,0
„ mittel	48,6	48,2
„ geringer	46,3	45,7
Kleeheu und Grünklee	43,8	44,7
„ sehr gut	46,5	45,8
„ mittel	43,5	43,4
Grünklee vor der Blüte	42,8	45,2
Luzerneheu, sehr gut	39,6	39,9
„ vor der Blüte	40,7	41,3
„ in der Blüte	38,2	38,9
Haferstroh	41,7	41,8
Gerstenstroh	46,5	46,6
Weizenstroh.	40,1	40,9
Roggenstroh	43,1	43,3
Bohnenstroh	40,3	41,6
Erbsenstroh	44,4	45,1

Die Übereinstimmung dieser beiden Zahlenreihen läßt erkennen, daß die erwähnte Regel innerhalb ziemlich weiter Grenzen Gültigkeit besitzt und es ge-

[1]) Henneberg und Stohmann, Beiträge usw. 2. Heft, 1864, S. 354 und Journal für Landw. 15. Jahrg. 1867, S. 33.

[2]) Henneberg und Stohmann, Neue Beiträge usw. 1870, S. 340.

stattet, die Verdaulichkeit der stickstofffreien Extraktstoffe und Rohfaser der Rauhfutterstoffe mit einer für die landwirtschaftliche Praxis hinreichenden Genauigkeit aus der Analyse des Rauhfutters abzuschätzen. Abweichungen von der Regel kommen natürlich vor und sind besonders bei jüngeren Futterpflanzen beobachtet worden, welche fast immer weniger Rohfaser und diese in einer leichter verdaulichen Form enthalten als in vorgerückterem Wachstumsstadium. Je jünger und zarter eine bestimmte Art von Rauhfutter ist, um so mehr ergibt sich gewöhnlich ein Überschuß zugunsten der verdauten stickstofffreien Substanz gegenüber dem Gehalte des Futters an stickstofffreien Extraktstoffen. So fand z. B. E. Wolff[1]) bei Fütterungsversuchen mit Klee, der in verschiedenen Altersstufen geschnitten worden war, in der wasserfreien Substanz des verabreichten Futters:

	Stickstofffreie Extraktstoffe %	Verdaut von der Rohfaser und den stickstofffreien Extraktstoffen %
Grünklee		
vor der Blüte	43,5	51,9
Beginn der Blüte	41,7	45,9
in der Blüte	47,9	47,5
Ende der Blüte	43,8	42,6

Diese Verhältnisse sind natürlich im Auge zu behalten, wenn man die oben erwähnte Regel zur Schätzung der Verdaulichkeit junger und zarter Futterpflanzen benutzen will. Auf Futterstoffe, die einer Gärung unterworfen worden sind und einen Verlust an Kohlenhydrat erlitten haben, wie z. B. auf Braunheu und Sauerheu, läßt sich die Regel überhaupt nicht anwenden.

Aus den Verdauungsversuchen mit anderen nicht zur Gruppe der Rauhfutterstoffe gehörigen Futterstoffen, wie bei den Körnerarten, Ölkuchen, Abfällen der Müllerei usw. haben sich bis jetzt trotz vielfacher Bemühungen keinerlei gesetzmäßige Beziehungen zwischen der Zusammensetzung und der Größe der Verdauung ableiten lassen. Bei der großen Verschiedenheit, welche diese Futterstoffe hinsichtlich des Aufbaues ihrer Gewebe, der Verteilung der Stoffgruppen auf Samenschale, Oberhaut und das eigentliche Endosperm aufweisen, steht auch kaum zu erwarten, daß derartige Beziehungen in Zukunft aufgefunden werden. Hier wird man sich immer an die durch direkte Versuche mit dem gleichen Futterstoff erlangten Verdauungs-Koeffizienten halten müssen, wenn es nicht etwa dereinst gelingen sollte, die Verdauungsvorgänge im Laboratorium nachzuahmen und den Ausnützungsversuch am Tier durch ein Verfahren der künstlichen Verdauung zu ersetzen.

Der Anfang hierzu ist freilich bereits gemacht. Nachdem A. Stöckhardt[2]) schon 1853 vorgeschlagen hatte, den Gehalt der Futtermittel an verdaulicher

---

[1]) E. Wolff, Die landw.-chemische Versuchsstation Hohenheim 1870, S. 75.
[2]) Wildas landw. Centralblatt 1. Jahrg. 1853.

Stickstoffsubstanz mit Hilfe von Magensaft festzustellen, und V. Hofmeister[1]) dieses Verfahren 1874 benützt hatte, gelang es 1880 A. Stutzer[2]), dieser Methode die Wege soweit zu ebnen, daß dieselbe nach einer sehr eingehenden systematischen Bearbeitung von G. Kühn[3]) allgemeineren Eingang gefunden hat. Der letztgenannte Forscher schloß aus seinen Versuchen, daß das Optimum der Verdauung erreicht wird, wenn man 2 g des feingemahlenen Futtermittels mit 0,5 l Magensaft 48 Stunden lang bei Blutwärme behandelt und den Gehalt der Flüssigkeit an freier Salzsäure hierbei allmählich von 0,2 auf 1,0% erhöht. Wie sich dann bei weiteren Untersuchungen der Versuchsstation Möckern[4]) herausstellte, kann man die aus frischen Magenschleimhäuten herzustellende Verdauungsflüssigkeit durch käufliches Pepsin von der im deutschen Arzneibuch vorgeschriebenen Wirksamkeit ersetzen, indem man auf 2 g Futtermittel 1 g Pepsin, das in 500 ccm 0,2 prozentiger Salzsäure gelöst wird, anwendet und die weiter erforderliche Salzsäure in 12 stündigen Zeiträumen zusetzt. In 22 Fütterungsversuchen, in welchen G. Kühn[5]) das von ihm ausgearbeitete Verfahren auf die Futtermittel und den von diesen herrührenden Kot anwandte, fand sich an pepsinunlöslichem Stickstoff pro Tag im Durchschnitt im Futter 41,8, im Kot 42,9 g, also gleiche Mengen. Aus diesem Ergebnis wurde geschlossen, daß der Wiederkäuer den pepsinunlöslichen Stickstoff des Futters vollständig durch den Darm abscheidet und die natürliche Verdauung im Tier nicht weitergeht, als die Wirkung des Pepsins bei dem angegebenen Verfahren. Die mehrfach erwähnten Versuche von A. Morgen (S. 34) haben jedoch auch hier dargetan, daß die Wirkung des Pepsins allein nicht ausreicht, um alle Eiweißverbindungen in Lösung zu bringen, die im Magen und Darm der Tiere verdaut werden, also das Optimum der Verdaulichkeit zu erreichen. Es ist vielmehr notwendig, auf das von A. Stutzer ausgearbeitete Verfahren zurückzugehen und die Futtermittel nach ihrer Behandlung mit Pepsinsalzsäure der Einwirkung der Trypsinverdauung zu unterwerfen. Verfährt man aber in dieser Weise, so gelingt es in der Tat, durch die künstliche Verdauung festzustellen, wieviel an und für sich verdauungsfähige stickstoffhaltige Substanz in den Futtermitteln enthalten ist. Die weiteren Bestrebungen, auch für die stickstofffreien Futterbestandteile ein ähnliches Verfahren ausfindig zu machen,[6]) haben bisher keinen Erfolg gehabt.[7])

---

[1]) Bericht über das Veterinärwesen im Kgr. Sachsen 1874, S. 110.

[2]) Journal für Landwirtschaft 28. Jahrg. 1880, S. 195 u. 435.

[3]) Landw. Versuchsstationen 44. Bd., 1894, S. 188.

[4]) C. Wedemeyer, Landw. Versuchsstationen 51. Bd., 1899, S. 375.

[5]) Ebendaselbst 44. Bd., 1894, S. 204.

[6]) A. Stutzer und A. Isbert, Zeitschrift für physiol. Chemie 12. Bd., 1888, S. 72.

[7]) Th. Pfeiffer, Biedermanns Centralblatt für Agrikulturchemie 19. Jahrg. 1889, S. 115.

6. Der Umfang der Verdauung unter verschiedenartigen Einflüssen.

Seitdem 1858—64 Henneberg und Stohmann durch ihre klassischen Arbeiten[1]) die Methoden geschaffen haben, nach denen sich die Zusammensetzung und Verdauung des Futters ermitteln läßt, sind durch eine große Zahl von Ausnützungsversuchen, die allgemeinen und besonderen Verhältnisse bekannt geworden, von denen der Umfang der Verdauung der Futterstoffe abhängt. Die Art, Rasse und das Alter der Tiere, die Zusammensetzung der Rationen, die Zubereitung des Futters und ähnliche Umstände sind in gleicher Hinsicht an vielen Versuchsstationen Gegenstand eifriger Studien gewesen, denen wir es verdanken, daß wir einen tiefen Einblick in diese Verhältnisse gewonnen haben.

Um die Übersicht über dieses große Gebiet zu erleichtern, betrachten wir an dieser Stelle nur die Verdauung des Futters in ihrer Abhängigkeit 1. von der Beschaffenheit der Tiere und 2. von der Menge und Mischung des Futters. Alles was sich auf den Einfluß der Futterzubereitung bezieht, werden wir im Zusammenhange mit der Beschreibung der Zubereitungsmethoden (II. Teil, Kapitel 4) behandeln.

A. Einfluß der Beschaffenheit der Tiere auf die Verdauung des Futters.

1. Das Verdauungsvermögen der verschiedenen Tiergattungen für ein und dasselbe Futter weist große Unterschiede auf. Bezüglich der verschiedenen Arten der wiederkäuenden Tiere ergaben vergleichende Versuche des Verfassers,[2]) in denen Haferstroh und Wiesenheu an Ochsen und Schafe verfüttert wurden, folgende Verdauungs-Koeffizienten:

	Organische Substanz	Rohprotein	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfett	Rohfaser
Haferstroh					
Rind . . .	58,1	31,7	57,7	42,9	62,6
Schaf . . .	47,7	18,5	49,4	50,4	48,7
Mehr durch das Rind . . .	10,4	13,2	8,3	—	13,9
Wiesenheu					
Rind . . .	67,1	60,6	70,3	61,0	63,8
Schaf . . .	64,6	57,0	68,5	56,7	60,5
Mehr durch das Rind . . .	2,5	3,6	1,8	4,3	3,3

Auch aus älteren Versuchen von W. Frear[3]) und J. M. Bartlett[4]) läßt sich schließen, daß namentlich die härteren, schwerer verdaulichen Rauhfutter-

[1]) Henneberg und Stohmann, Beiträge zur Begründung einer rationellen Fütterung der Wiederkäuer, 1. Heft 1860 und 2. Heft 1864.

[2]) Landw. Versuchsstationen 63. Bd., 1906, S. 313.

[3]) Annual report of the Pennsylvania State College for the year 1890, part. II. S. 60.

[4]) Maine Agricultural Exper. Stat. Bulletin No. 110, 1904.

Arten vom Rinde in etwas größerem Umfange verdaut werden als vom Schaf. Es rührt dies wahrscheinlich daher, daß bei der ersten Tiergattung der Inhalt der letzten Darmabschnitte wasserreicher bleibt und die Gärungsvorgänge im Futterbrei deshalb längere Zeit anhalten wie beim Schaf. Je leichter verdaulich ein Futterstoff ist, um so geringer werden die Unterschiede, was schon aus dem obigen Versuch mit Wiesenheu und namentlich aus den Verdauungs-Koeffizienten hervorleuchtet, welche man als Durchschnitt aus den zahlreichen Versuchen mit konzentrierten Futtermitteln für jede der beiden Tiergattungen gesondert erhalten hat. Für die überwiegende Mehrzahl der Futterstoffe, namentlich die leichter verdaulichen, darf man darnach für Rind und Schaf gleiche Verdaulichkeit in Rechnung stellen.

Gegenüber dem Wiederkäuer besitzt das Pferd infolge seines kürzeren Darmes und der einfacheren Organisation seines Magens ein geringeres Verdauungsvermögen, wie aus den folgenden Durchschnittszahlen hervorgeht, welche E. Wolff und seine Mitarbeiter für die prozentische Ausnützung verschiedener Futterstoffe ermittelt haben.[1])

	Organische Substanz	Rohprotein	Rohfett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfaser
Weizenstroh					
Schaf	48	—	44	37	59
Pferd	23	19	—	18	27
Wiesenheu, geringe Qualität					
Schaf	59	55	46	62	58
Pferd	47	57	24	56	39
Wiesenheu mittlerer Güte					
Schaf	59	57	51	62	56
Pferd	48	57	24	55	36
Wiesenheu von guter Beschaffenheit					
Schaf	64	65	54	65	63
Pferd	51	62	20	57	42
Weidegras					
Schaf	76	73	65	76	80
Pferd	62	69	13	66	57
Kleeheu					
Schaf	56	56	59	61	50
Pferd	51	56	29	64	37
Luzerneheu					
Schaf	59	71	41	66	45
Pferd	58	73	14	70	40

---

[1]) E. Wolff, Landw. Versuchsstationen 20. Bd., 1877, S. 125; 21. Bd., 1878, S. 19; Landw. Jahrbücher 8. Bd., 1879, Supplement S. 6, 34 u. 73; ebenda 10. Bd., 1881, S. 559, 585 und 594; 12. Bd., 1884, S. 245, 257 und 271.

	Organische Substanz	Rohprotein	Rohfett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfaser
Haferkörner					
Schaf	71	80	83	76	30
Pferd	67	79	70	74	20
Ackerbohnen					
Schaf	90	87	84	91	79
Pferd	87	86	13	93	65
Erbsen					
Schaf	90	89	75	93	66
Pferd	80	83	9	89	8
Maiskörner					
Schaf	89	79	85	91	62
Pferd	89	77	61	94	70

Während hiernach das Rohprotein von den beiden Tierarten in fast gleichem Umfange verdaut wird, finden sich größere Unterschiede vor allem bei der Rohfaser und dem Rohfett, geringere zum Teil auch bei den stickstofffreien Extraktstoffen. Am größten sind die Differenzen wiederum bei dem schwer verdaulichen Stroh, welches vom Pferd kaum halb so gut ausgenutzt wird, wie vom Wiederkäuer; geringer werden die Abweichungen bei den verschiedenen Arten Wiesenfutter, von dessen stickstofffreien Bestandteilen vom Pferd nur 20—25 % weniger ausgenutzt werden als vom Schaf; beim Klee- und Luzerneheu vermindern sich die Unterschiede noch weiter und betragen hier höchstenfalls 10%; bei den Körnerarten verschwinden dieselben fast vollständig und bleiben nur noch beim Rohfett bestehen. Bezüglich dieses letzteren Futterbestandteils kommt es in den Verdauungs-Koeffizienten jedenfalls zum Ausdruck, daß der Pferdekot größere Mengen ätherlösliche Stoffwechselprodukte enthält, welche den Umfang der Fettverdauung kleiner erscheinen lassen, als er tatsächlich ist. Die geringere Verdauung der stickstofffreien Extraktstoffe und der Rohfaser der Rauhfutterarten beim Pferd aber steht sicherlich im Zusammenhange mit der weniger ausgiebigen Zerkleinerung dieses Futters und mit der geringeren Ausdehnung und Intensität der im Futterbrei verlaufenden Gärungsprozesse.

Über das Verdauungsvermögen des Schweines im Vergleich zu dem anderer landwirtschaftlicher Nutztiere liegen bis jetzt nur einige direkte Beobachtungen vor. So fand F. Honcamp[1]) bei seinen vergleichenden Untersuchungen über die Verdaulichkeit von Roggen und Weizen und deren Mahlabfällen durch Schaf und Schwein folgende Verdauungskoeffizienten:

	Organische Substanz	Rohprotein	Stickstofffreie Extraktstoffe	Fett (Ätherextrakt)	Rohfaser
Roggenschrot					
Hammel	90,3	78,1	94,5	52,2	11,1
Schwein	91,5	85,2	94,0	47,3	19,7

[1]) Landw. Versuchsstationen 81. Bd., S. 205.

	Organische Substanz	Rohprotein	Stickstofffreie Extraktstoffe	Fett (Ätherextrakt)	Rohfaser
Roggenschwarzmehl					
Hammel	88,5	77,6	93,4	81,7	—
Schwein	93,0	84,4	95,5	71,4	—
Roggengrieskleie					
Hammel	78,5	72,1	84,6	86,1	—
Schwein	79,3	72,5	84,0	74,9	—
Roggenkleie					
Hammel	75,1	70,3	82,5	62,7	8,6
Schwein	78,6	72,4	84,0	56,6	44,2
Weizenschrot					
Hammel	87,0	84,0	92,6	77,8	—
Schwein	90,1	85,6	93,3	72,0	33,3
Weizenfuttermehl					
Hammel	90,1	85,6	94,7	89,1	35,3
Schwein	87,4	89,4	90,5	88,1	19,7
Weizengrieskleie					
Hammel	80,7	80,1	85,5	77,1	34,3
Schwein	80,5	81,9	83,0	76,1	49,2
Weizenkleie, feine					
Hammel	72,0	77,7	75,6	88,9	38,2
Schwein	63,2	75,6	66,3	77,3	—
Weizenschalenkleie					
Hammel	72,4	77,2	74,1	80,7	54,4
Schwein	63,0	75,7	64,1	72,4	—
Weizenkeime					
Hammel	89,3	93,8	91,4	89,4	—
Schwein	86,9	90,1	88,1	85,5	41,3
Roggenkeime					
Hammel	91,7	91,8	91,5	90,3	91,0
Schwein	86,4	90,8	87,8	72,2	67,7

Die vorgeführten Zahlen lehren, daß bei den vollwertigen Körnern und ihren Mahlabfällen zwar keine großen Unterschiede hinsichtlich der Verdauungs-Koeffizienten beim Wiederkäuer gegenüber dem Schweine bestehen, aber es tritt doch ganz unverkennbar der Einfluß der physikalischen Beschaffenheit auf die Ausnutzung namentlich der stickstofffreien Extraktstoffe zutage. Je mehr die nährstoffführenden Zellen von einer harten, mit inkrustierenden Stoffen durchsetzten Zellmembran umschlossen sind, desto geringer ist die Verdauung nicht nur im allgemeinen, sondern besonders die des Schweines im Vergleich zum Wiederkäuer. So beträgt beispielsweise die Differenz in den Verdauungs-Koeffizienten der stickstofffreien Extraktstoffe der feinen Weizenkleie, die 10,46 % Rohfaser enthielt und der Weizenschalenkleie mit einem Rohfasergehalt von 11,33 % ca. 10 % zwischen Schwein und Wiederkäuer. Noch prägnanter kommt die Überlegenheit

des Wiederkäuers in der Verdauung rohfaserreicher, verhärteter und verholzter Futterstoffe gegenüber dem omnivoren Schweine zum Ausdrucke bei Versuchen, die G. Fingerling[1]) ausführte. Es wurde bei diesen Untersuchungen Hammeln und Schweinen einmal der gebleichte Strohstoff der Papierfabrikation, der durch Kochen von Stroh in alkalischen Flüssigkeiten unter Druck hergestellt und dadurch von inkrustierenden Substanzen befreit worden war, gereicht und die Verdaulichkeit ermittelt. Ferner verfütterte der Versuchsansteller Weizenspreu als Vertreter aus der Gruppe der rohfaserreichen Futtermittel, bei denen die Zellulose in stark inkrustiertem Zustande enthalten ist und schließlich als Mittelding junges Gras. Dabei wurde verdaut (in Prozenten):

	Organische Substanz	Rohprotein	Stickstofffreie Extraktstoffe	Fett (Ätherextrakt)	Rohfaser
Strohstoff					
Hammel	73,19	—	72,23	—	77,27
Schwein	88,85	—	63,75	—	94,81
Gras					
Hammel	69,77	78,85	67,29	66,93	69,49
Schwein	51,86	52,05	52,07	84,35	39,39
Weizenspreu					
Hammel	46,93	55,56	51,54	—	30,34
Schwein	22,95	—	27,86	—	—

Diese Versuche zeigen einmal, daß auch Schweine reine, von inkrustierenden Stoffen befreite Rohfaser vollkommen aufzulösen vermögen, daß aber diese Fähigkeit in dem Umfange abnimmt, in dem die Rohfaser verhärtet. Dann beweisen sie aber auch, daß der Wiederkäuer infolge der schon erörterten Mitwirkung der Bakterien bei der Verdauung resp. Auflösung der verhärteten Zellen dem Schweine in der Ausnutzung harter, der Verholzung anheimgefallener Futterstoffe überlegen ist.

Dieselben Verhältnisse treten ferner in der folgenden Zusammenstellung zutage, die ihre Entstehung allerdings nicht exakten Versuchen mit gleich zusammengesetzten Futtermitteln verdankt, wie es der Vorzug der Untersuchungen von F. Honcamp und G. Fingerling ist, sondern die sich lediglich auf Verdauungs-Koeffizienten aufbaut, die aus Fütterungsversuchen mit Schweinen abgeleitet[2]) und den Zahlen gegenübergestellt worden sind, die für gleichnamige, wenn auch nicht gleich zusammengesetzte Futtermittel beim Wiederkäuer im Durchschnitt gefunden wurden.

	Organische Substanz	Rohprotein	Rohfett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfaser
Klee, jung					
Wiederkäuer	74	74	65	83	60
Schwein	54	49	24	71	24

[1]) Landw. Versuchsstationen 83. Bd., 1913, S. 181.

[2]) V. Hofmeister, Landw. Versuchsstationen 11. Bd., 1869, S. 241; E. Wolff, ebenda 19. Bd., 1876, S. 241; Fr. Lehmann, Landw. Jahrbücher 30. Bd., 1902, II. Supplement S. 161.

	Organische Substanz	Roh-protein	Roh-fett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Roh-faser
Klee, älter					
Wiederkäuer	68	76	67	75	53
Schwein	40	33	12	57	16
Gerstenkörner					
Wiederkäuer	86	70	89	92	50
Schwein	81	75	49	89	12
Maiskörner					
Wiederkäuer	90	72	89	95	58
Schwein	90	84	74	94	41
Roggenkleie					
Wiederkäuer	70	75	77	74	33
Schwein	68	69	48	74	18
Erbsenschrot					
Wiederkäuer	89	86	65	93	46
Schwein	91	90	49	96	70
Bohnenschrot					
Wiederkäuer	88	87	83	91	58
Schwein	82	84	41	91	10
Palmkernkuchen					
Wiederkäuer	73	76	89	83	39
Schwein	69	70	78	69	36
Biertreber					
Wiederkäuer	64	71	88	60	48
Schwein	48	70	53	48	15
Futterrüben					
Wiederkäuer	87	70	—	95	37
Schwein	89	56	—	97	73
Trockenschnitzel					
Wiederkäuer	77	51	—	86	72
Schwein	81	32	—	91	86

Die größten Unterschiede zwischen Wiederkäuer und Schwein treten hiernach in der Gesamtverdauung des Grünfutters und einzelner, von den leichtlöslichen Stoffen bereits befreiter Abfälle (Biertrebern) hervor, während bei den Körnerarten und Ölkuchen eine bessere und bei den Rüben fast vollständige Übereinstimmung herrscht. Hinsichtlich der einzelnen Futterbestandteile erkennt man, daß vom Schweine ebenso und aus denselben Gründen wie vom Pferde, die Rohfaser und das Rohfett schlechter ausgenützt werden wie vom Wiederkäuer. In besonders geringem Umfange wird das Rohprotein des Grünfutters vom Schweine verdaut.

2. Verschiedene Rassen derselben Tierart besitzen für ein und dasselbe Futtermittel das gleiche Verdauungsvermögen. Es geht dies u. a. aus Ver-

suchen hervor, welche E. Wolff[1]) mit je 2 Tieren (Hammeln) der Elektoral-Southdown- und Württembergischen Bastardrasse und 5 verschieden zusammengesetzten Rationen ausgeführt hat. Im Durchschnitt sämtlicher Versuche war in Prozenten der verzehrten Bestandteile verdaut worden:

	Organische Substanz	Rohprotein	Rohfett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfaser
Elektoral	71	68	75	79	40
Bastard	71	68	74	79	49
Southdown	68	64	74	77	48

H. P. Armsby und J. A. Fries[2]) beobachteten die Verdauungsverhältnisse zweier anfänglich $8^1/_2$ bezw. 11 Monate alten Stierkälber verschiedener Rasse länger als $2^1/_2$ Jahre hindurch. Eines der Tiere war reingezüchtet und gehörte dem Aberdeen-Angus-Schlage, einer typischen Fleischrasse an, während das andere Tier ein unbestimmtes Mischprodukt (scrub) mit viel Jersey-Blut war und eher die Form der Milchrassen besaß. Diese Tiere verdauten aus Timotheeheu dreier aufeinanderfolgender Jahre in %:

	1905	1906	1907
Trockensubstanz			
Angus-Stier	53	54	62
Mischrasse	55	55	61
Rohprotein			
Angus-Stier	14	34	44
Mischrasse	3	34	44

Die Trockenstubstanz von Kleie und gemischtem Körnerfutter wurde von beiden Tieren ebenfalls sehr gleich verdaut. Zwischen der Verdauung des Rohproteins der beiden letzgenannten Futtermittel waren zwar deutliche Unterschiede vorhanden, die für ein höheres Verdauungsvermögen der Mischrasse zu sprechen scheinen, indessen nicht über die bei verschiedenen Individuen ein und derselben Rasse auftretenden Schwankungen hinausgehen.

3. Zwischen einzelnen Individuen derselben Rasse können gleichwohl zuweilen beträchtliche Unterschiede auftreten, deren Ursachen höchstwahrscheinlich in fehlerhaftem Gebiß, in zu hastigem Verzehr des Futters, oder in großer Reizbarkeit, abnormen Veränderungen, chronischen Erkrankungen und sonstigen Defekten des Verdauungsapparates zu suchen sind. Bei solchen Tieren wird eine mangelhafte Ausnützung des Futters besonders dann leicht wahrgenommen, wenn das letztere irgendwelche extreme Beschaffenheit aufweist, z. B. in der Gesamtration zu wenig Rauhfutter enthält oder wenn einzelne Beifutterstoffe in hohen Gaben verabreicht werden. Im großen und ganzen findet man jedoch, wenn man die große Zahl der Ausnutzungsversuche durchmustert, zwischen den Kontrolltieren nur selten Abweichungen der Verdauungs-Koeffizienten, welche auf das Gesamtfutter bezogen, 3—4% der verzehrten organischen Substanz überschreiten.

[1]) Landw. Jahrbücher 1. Bd., 1872, S. 533 und 2. Bd., 1873, S. 221.

[2]) Pennsylv. State College Agr. Exp. Station Bulletin No. 105, S. 6.

4. **Das Alter der Tiere** übt auf die Verdauung des Futters keinen Einfluß aus. Nach der Entwöhnung von der Milchnahrung bleibt das Verdauungsvermögen durchaus konstant, wie sich aus Versuchen von E. Wolff[1]) ergibt, in denen Bastard- und Southdown-Hammel über ein Jahr lang beobachtet worden waren. Die Tiere hatten von den Bestandteilen gleichen Futters durchschnittlich verdaut:

Alter Monate	Organische Substanz	Rohprotein	Rohfett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfaser
6	67	82	83	72	67
8	67	80	84	71	67
9	69	76	81	74	69
11 1/2	69	75	77	77	69
14	69	78	77	75	69

5. **Ruhende und arbeitende Tiere** verdauen ein und dasselbe Futter gleich gut, sofern die Arbeit, selbst wenn dieselbe ziemlich groß ist, in mäßiger Bewegung im Schritt geleistet wird. Es ergibt sich dies z. B. aus Untersuchungen des Verfassers,[2]) in welchen ein Zugpferd bei gleichbleibendem Futter in 3 Versuchsabschnitten täglich 810000, 243000 bezw. wiederum 810000 kgm Arbeit verrichtete und dabei von der verzehrten organischen Substanz 60,0, 58,5 bezw. 57,5 % verdaute. Wird die Arbeit jedoch in lebhafterem Tempo geleistet, so tritt eine geringere, aber deutliche Verminderung der Verdauung ein. So fanden z. B. L. Grandeau und A. Leclerc[3]) in zwei Versuchsreihen mit 3 bezw. 2 Pferden durchschnittlich folgende Verdauungs-Koeffizienten für die organische Substanz:

	1. Reihe	2. Reihe
In der Ruhe	72	60
Bewegung im Schritt	72	62
„ „ Trabe	69	61
Arbeit im Schritt	70	61
„ „ Trabe	67	57
„ am Wagen	—	57

Ob von der Verminderung der Verdauung bei der Arbeit in scharfer Gangart die einzelnen Bestandteile des Futters gleichmäßig betroffen werden, ist vorläufig noch nicht sicher gestellt, da die Beobachtungen Grandeaus und Leclercs sich in dieser Hinsicht zum Teil widersprechen.[4])

---

[1]) Landw. Jahrbücher 2. Bd., 1873, S. 221.

[2]) Ebendaselbst 9. Bd., 1880, S. 651.

[3]) Annales de la Science agr. 1. Jahrg. 1884, 2. Bd., S. 325, 2. Jahrg. 1885, 1. Bd., S. 326, 3. Jahrg. 1886, 2. Bd., S. 351 und 5. Jahrg. 1888, 2. Bd., S. 211.

[4]) Durch Untersuchungen des Futterbreies in verschieden langen Zeiten nach dem Verzehr von bestimmten Mengen Hafer hat A. Scheunert (Pflügers Archiv f. d. ges. Physiologie 109. Bd., 1905, S. 145) gezeigt, daß eine der Körperkraft angemessene Bewegung die Verdauungstätigkeit in einzelnen Darmabschnitten nicht nur nicht beeinträchtigt, sondern zweifellos günstig beeinflußt. Trotz dieses Ergebnisses wäre es voreilig zu be-

6. Auch ein Wechsel in den sonstigen Verhältnissen, unter denen das Tier gehalten wird, hat, sofern stärkere Beunruhigungen vermieden werden, keinen Einfluß auf die Verdauung des Futters. Letztere bleibt vielmehr sehr konstant, mag man die Temperatur, Belichtung und andere Verhältnisse im Stall nach der einen oder anderen Seite hin ändern oder in der natürlichen Haarbekleidung durch Schur einen Wechsel eintreten lassen. Mit Bezug auf den letzteren Punkt liegen Untersuchungen von H. Weiske[1]) vor, nach denen bei Hammeln die Ausnutzung ein und desselben Futters vor und nach der Schur sowohl hinsichtlich der gesamten organischen Substanz, wie auch der Einzelbestandteile genau den gleichen Umfang beibehielt.

B. Einfluß der Menge und Mischung des Futters auf die Verdauung.

1. Verschiedene Mengen der Rauhfutterstoffe werden bei ausschließlicher Verabreichung derselben in prozentisch gleichem Umfange verdaut. Es geht dies aus Versuchen hervor, welche von W. Henneberg und F. Stohmann[2]) mit Ochsen und von E. Wolff[3]) mit Pferden und Schafen ausgeführt worden sind. Von 3 verschiedenen Tagesrationen Luzerneheu (0,8, 1,0 bezw. 1,2 kg) verdauten z. B. Hammel in Prozenten der verzehrten Bestandteile:

Tagesration	Organische Substanz	Rohprotein	Rohfett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfaser
0,8 kg	61	81	26	71	44
1,0 „	62	75	31	68	48
1,2 „	62	74	32	71	48

2. Verschieden große Rationen, welche konzentrierte und Rauhfutterstoffe in gleichem Mischungsverhältnis enthalten, scheinen vom Wiederkäuer nicht gleich, sondern in um so geringerem Grade verdaut zu werden, je größer die Tagesration ist. Zu diesem Schlusse gelangte der Verfasser[4]) in Versuchen, in welchen ein in seiner Zusammensetzung gleich bleibendes Gemisch von Wiesenheu, Melasseschnitzeln, Roggenkleie, Baumwollsaatmehl und Kochsalz in täglichen Mengen vvn 10,84, 13,01 15,18 und 10,84 kg an Ochsen verfüttert und die Kotausscheidung stets 13—15 Tage hindurch bestimmt wurde. Die natürlichen Schwankungen im Trockensubstanzgehalte der einzelnen Futterstoffe waren dabei so gering, daß sie einen beachtlichen Einfluß auf die Größe der

---

haupten, daß Bewegung und mäßige Arbeit die Gesamtverdauung des Futters erhöht. Was dem Magen an verdaulichen Stoffen entgeht, kann nachträglich im Darm verdaut werden und umgekehrt. Die Frage, ob bei Arbeit das Futter im ganzen besser oder schlechter verdaut wird wie bei Ruhe, läßt sich eben nur beantworten durch Untersuchung der Einnahmen im Futter und Ausgaben im Kote nach dem S. 36 angegebenen Verfahren.

[1]) Journal für Landwirtschaft 23. Jahrg. 1875, S. 306.

[2]) Beiträge usw., 2. Heft 1864, S. 327.

[3]) Landw. Versuchsstation Hohenheim 1870, S. 75; Landw. Jahrbücher 1. Bd., 1872, S. 533 und Landw. Versuchsstationen 21. Bd., 1878, S. 19.

[4]) Noch nicht veröffentlicht.

Verdauung nicht ausüben konnten. Die Versuche, welche mit Ochsen ausgeführt wurden, ergaben nachstehende Verd auungs-Koeffizienten:

	Tagesration	Organische Substanz	Rohprotein	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfett	Rohfaser
I.	10,84 kg	76,1	71,0	82,0	63,5	62,8
II.	13,01 „	74,7	68,3	80,8	64,4	61,2
III.	15,18 „	72,8	65,8	79,0	64,2	59,2
IV.	10,84 „	75,8	71,2	81,2	67,6	62,6

Das Nährstoffverhältnis (s. w. u. S. 57) war in der Periode I wie 1:5,8 mithin keineswegs sehr weit.

Die Größe der Verdauung nahm also mit der Menge des Futters regelmäßig ab, und diese Verminderung machte sich bei allen Nährstoffgruppen mit Ausnahme des Rohfettes, dessen quantitative Bestimmung im Kote immer etwas unsicher ist, geltend. Wenn bei anderen Versuchen[1]) die größeren Rationen bald besser, bald schlechter ausgenützt worden sein sollen, so sind diese Gegensätze nur aus mangelhafter Versuchsanstellung, nämlich aus viel zu kurzen, zumeist nur 5tägigen Perioden der Kotaufsammlung zu erklären.

Nach den obigen Zahlen erscheint die Verdauungsdepression, welche bei der stärksten Futtergabe beobachtet wurde, nicht sehr groß zu sein und sich den Grenzen zu nähern, welche für die Genauigkeit solcher Versuche im allgemeinen angenommen werden. Die Regelmäßigkeit jedoch, mit welcher sich die Änderung in der Verdauungsgröße vollzog, namentlich aber die lange Dauer jedes einzelnen Versuchsabschnitts rechtfertigen es, die zutage getretenen Beziehungen vorläufig als der Wirklichkeit entsprechend anzusehen. Wahrscheinlich sind es verschiedene Umstände, welche die Ausnützung hoher Futtergaben herabsetzen. So wäre zunächst an die Aufenthaltsdauer des Futters im Magen und Darm zu denken, die, wenn sie bei hoch verdaulichen Futterstoffen zu kurz bemessen ist, der Verdauung und Resorption, sowie der Fäulnis ein vorzeitiges Ziel setzen mag; und da die Ausdehnungsfähigkeit des Verdauungsschlauches eine Grenze haben muß, so ist es möglich, daß, wenn das Futtervolumen sich dieser Grenze nähert oder sie überschreitet, der Durchgang des Futters durch die Verdauungsorgane sich rascher vollzieht, als bei schwächeren Rationen. Es ist ferner daran zu denken, daß bei reichlicher Aufnahme hoch verdaulicher Stoffe die Resorptionsfähigkeit der Darmfläche nicht ausreicht, um alles in die Säfte aufzunehmen, was aus dem Futter aufzunehmen wäre. Die Beobachtung, nach welcher bei Rauhfutterstoffen die verzehrte Masse keinen Einfluß auf die prozentische Ausnützung der Nährstoffe ausübt, würde mit den eben gegebenen Erklärungen nicht im Widerspruch stehen, da Heu und Stroh erheblich weniger verdauliches Material enthalten, als eine Ration von der Beschaffenheit, wie sie zu obigem Versuch verwendet worden ist.

Von Schweinen werden große Futtergaben ebenso vollständig verdaut wie kleinere von sonst gleicher Beschaffenheit.[2])

---

[1]) W. H. Jordan und F. H. Hall, Digestibility of American Feeding Stuffs. Bulletin 77, Office of Exp. Stations 1900, S. 99.

[2]) T. Katayama, Landw. Versuchsstationen 68. Bd., 1908, S. 1.

3. **Die einseitige Zulage verdaulicher Kohlenhydrate** zu einem gegebenen Futter bewirkt, wie aus zahlreichen Untersuchungen[1]) mit Ochsen, Schafen, Ziegen und Schweinen hervorgeht, eine mehr oder weniger starke Depression der Verdauung. Als Beispiel für den Umfang, in welchem sich dieser Einfluß der Kohlenhydrate äußert, sei hier ein Versuch von G. Kühn[2]) angeführt, in welchem an Ochsen zunächst eine nur aus Wiesenheu bestehende Ration verfüttert und dieser darauf Stärkemehl in 2 verschieden großen Gaben zugelegt wurde. Nimmt man das Stärkemehl als vollkommen verdaulich an, so lassen die Versuchsergebnisse erkennen, daß infolge einer Beigabe von 1,662 kg wasserfreiem Stärkemehl zu 9 kg Wiesenheu aus letzterem

63 g Rohprotein, 111 g stickstofffreie Extraktstoffe und 133 g Rohfaser

weniger verdaut worden waren, als bei ausschließlicher Verfütterung desselben Quantums Heu; bei einer noch stärkeren Zulage von 2,866 kg Stärkemehl trat eine weitere Verminderung der Verdauung ein und betrug im ganzen

120 g Rohprotein, 252 g stickstofffreie Extraktstoffe und 167 g Rohfaser.

Die Verdauungs-Koeffizienten des Wiesenheues, unter der Annahme vollständiger Verdauung der Stärke berechnet, stellten sich in den 3 Versuchen auf folgende Zahlen:

Wiesenheu	Organische Substanz	Rohprotein	Rohfett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfaser
ohne Zulage	62,5	57,0	29,7	61,8	67,5
mit 1,662 kg Stärke .	58,4	49,1	26,6	58,7	61,9
„ 2,866 „ „ .	56,0	41,9	27,4	55,5	60,5

In Übereinstimmung mit sämtlichen übrigen, über den vorliegenden Gegenstand angestellten Versuchen findet man hier, daß sich die Verdauungsdepression auf alle Futterbestandteile mit Ausnahme des Rohfettes erstreckt und mit der Größe der Stärkemehlzulage steigt. Wollen wir das Wesen dieser Verdauungsdepression verstehen, so müssen wir im Auge behalten, daß mit einer stärkeren Zuführung stickstofffreier Nahrungsbestandteile im Magen und Darm der Wiederkäuer eine Änderung des Gärungsverlaufs stattfindet. Da sich die Entwicklungsfähigkeit der Bakterien nach ihrem Nährmedium richtet und die Bakterienflora eine andere wird, sobald wesentliche Verschiebungen in der Zusammensetzung ihrer Wachstums- und Ernährungsbedingungen eintreten, so ist ohne weiteres klar, daß eine weitgehende und besonders einseitige Änderung in der Zusammensetzung der Nahrung die Tätigkeit der Mikroorganismen nicht unbeeinflußt lassen kann.

---

[1]) Henneberg, Neue Beiträge usw. 2. Heft 1864, S. 392; E. Schulze und M. Maercker, Journal f. Landw. 19. Jahrg. 1871, S. 68 und 23. Jahrg. 1875, S. 148; G. Kühn und M. Fleischer, Landw. Versuchsstationen 12. Bd., 1869, S. 197 und 242; F. Stohmann, Zeitschr. f. Biologie 6. Bd., 1870, S. 211; Grouven, 2. Bericht der Versuchsstation Salzmünde 1864, S. 535; E. Wolff, Landw. Versuchsstationen 19. Bd. 1876, S. 241; G. Kühn, ebendaselbst 44. Bd., 1894, S. 344, 400, 470 und 525; O. Kellner, ebendaselbst 53. Bd., 1900, S. 32, 113, 198 und 303.

[2]) Landw. Versuchsstationen 44. Bd., 1894, S. 470.

Bei der Auflösung, resp. Sprengung der nährstoffführenden Zellen namentlich der Rauhfutterstoffe spielt die Tätigkeit der Bakterien die ausschlaggebende Rolle. Werden die verholzten und verkieselten Zellmembranen, die für die Verdauungssäfte undurchlässig sind und mithin den eingeschlossenen Zellinhalt ihrer Einwirkung entziehen, nicht durch die intensive Bakterientätigkeit geöffnet, so bleiben die den Zellinhalt bildenden Nährstoffe den Verdauungssäften unzugänglich und werden infolgedessen nicht aufgelöst oder verdaut. Werden nun Kohlenhydrate in isolierter Form in übermäßigen Mengen dargereicht, so wird, wie N. Zuntz auf Grund der Tappeinerschen Versuche dargelegt hat, ein Nährmedium geschaffen, das denjenigen Bakterienarten günstige Entwicklungsbedingungen schafft, die zwar sowohl leicht lösliche Kohlenhydrate wie Rohfaser zu zersetzen vermögen, die Kohlenhydrate jedoch infolge ihrer leichten Zugänglichkeit bevorzugen. Dabei erschöpfen sie ihre Wirkungsenergie in der Spaltung der leicht löslichen Stärke und lassen die infolge der Durchsetzung mit inkrustierenden Stoffen schwerer lösliche Rohfaser unberührt; die Zellen bleiben auf diese Weise ungeöffnet, der Zellinhalt unverdaut, und bei der Untersuchung des Kotes tritt alsdann eine schlechtere Ausnützung zutage. Wird dagegen für eine genügende Zuführung von Eiweiß Sorge getragen, so wird dadurch anscheinend infolge von Prozessen, die sich vorläufig noch der genauen Beurteilung entziehen, ein Nährmedium geschaffen, das der Entwicklung solcher Bakterienarten Vorschub leistet, die auch bei reichlich vorhandenen löslichen Kohlenhydraten die Zellen noch genügend öffnen.

Daß diese Deutung der mit der Bezeichnung „Verdauungsdepression" charakterisierten Erscheinung den tatsächlichen Verhältnissen am meisten gerecht wird, zeigt der Umstand, daß von Schweinen, bei denen der Einfluß der Bakterien auf den Ablauf der Verdauungsvorgänge sehr zurücksteht, noch Gaben leichtverdaulicher stickstofffreier Stoffe ohne Beeinträchtigung der Verdaulichkeit des Grundfutters ausgenutzt werden, die bei Wiederkäuern eine Verdauungsdepression hervorrufen würden. In Bestätigung dieser bekannten Tatsache beobachtete beispielsweise E. Wolff[1]) bei der Verfütterung von Gerstenschrot, daß durch Zulagen von reinem Stärkemehl die Verdauung der Kohlenhydrate erst herabgesetzt wurde, wenn auf 1 Teil verdauliches Rohprotein 12 Teile verdauliche stickstofffreie Nährstoffe kamen und auch beim Rohprotein war bei einem Verhältnis von 1 : 9 noch keine Verdauungsdepression zu bemerken. Dasselbe Ergebnis zeitigten Versuche, die G. Fingerling[2]) mit Schweinen ausführte. Da bei den im Magen und Darm der Schweine stattfindenden Verdauungsprozessen die Bakterien in ihrer Bedeutung sehr zurücktreten, und die Auflösung der Nährstoffe durch Verdauungsvorgänge im eigentlichen Sinne, also durch die Wirkung der Verdauungsfermente erfolgt, so kann auch eine Beeinflussung der Futterausnutzung durch die Bakterien in großem Umfange nicht stattfinden. Zu demselben Ergebnisse führten Versuche mit Hunden, die Th. Rosenheim u. A. zur Ausführung brachten.

---

[1]) Landw. Versuchsstationen 19. Bd., 1876, S. 241.

[2]) Ebendaselbst 84. Bd., 1914, S. 149.

Als weitere Ursache für die Erscheinung der Verdauungsdepression kommt die vermehrte Ausscheidung von Stoffwechselprodukten in Betracht, deren Stickstoffgehalt mit der Menge der verdauten organischen Substanz wächst. Die Verdauungsverminderung würde hiernach bei diesem Futterbestandteil lediglich als eine scheinbare zu betrachten und den Stoffwechselprodukten zur Last zu legen sein.

Wie aus dem eben Dargelegten hervorgeht, weist dieser wichtige Teil der Lehre von der Verdauung noch erhebliche Lücken auf. Zwar sind durch die umfassenden Untersuchungen von Markoff[1]) unsere Kenntnisse über den Ablauf der Gärprozesse und den Umfang der Gärverluste bedeutend erweitert worden, es bleibt aber immerhin noch manche Frage ungeklärt. Jedenfalls sind wir noch nicht in der Lage, gesetzmäßige Beziehungen zwischen der Menge der eingeführten bezw. verdauten Kohlenhydrate, der Art und Beschaffenheit des übrigen Futters und der Größe der Verdauungsdepression zahlenmäßig genau fassen zu können, und es muß weiteren Forschungen überlassen bleiben, hier volle Klarheit zu schaffen.

4. Die Zulage von Fett und Öl zu einem gegebenen Futter bewirkt keine Veränderung in der Verdauung der übrigen Futterbestandteile, sofern diese Zulage, auf 1000 kg Lebendgewicht bezogen, bei ausreichender Nahrungsmenge nicht etwa größer als 1000 g ist und das Fett oder Öl entweder in der Form einer Emulsion oder in demjenigen Zustande der Verteilung verabreicht wird, in welchem es in den natürlichen Futtermitteln vorhanden ist. Fügt man dagegen das Öl dem Futter in flüssigem Zustande zu, ohne für eine solche feine Verteilung Sorge zu tragen, so treten unter Umständen, je nach der Empfindlichkeit der Tiere, Depressionserscheinungen im Umfange der Verdauung auf, die sicher zum Teil darauf zurückzuführen sind, daß die Benetzbarkeit der Futterstoffe vermindert und damit den Verdauungssäften der Eintritt in das verzehrte Futter erschwert wird.

Von den zahlreichen Untersuchungen,[2]) welche sich auf den vorliegenden Gegenstand beziehen und die vereinzelt sogar auf eine verdauungsbefördernde Wirkung des Öles hinzudeuten schienen, seien hier als Beispiel einige von E. Wolff mit Schafen angestellte Versuche angeführt, in welchem steigende Mengen Fett in der Form von Leinsamen an Stelle von Bohnenschrot in die Ration eingeführt wurden; als Verdauungs-Koeffizienten für das Gesamtfutter waren gefunden worden:

---

[1]) Biochem. Zeitschrift Bd. 34 u. 57.

[2]) Henneberg und Stohmann, Beiträge usw. 2. Heft, 1864, S. 392; G. Kühn und M. Fleischer, Landw. Versuchsstationen 12. Bd., 1869, S. 197 und 242; V. Hofmeister, ebendaselbst 6. Bd., 1864, S. 185 und 16. Bd., 1873, S. 347; F. Stohmann, Journal f. Landw. 16. Bd., 1868, S. 321; E. Wolff, Landw. Jahrbücher 5. Bd., 1876, S. 513; O. Kellner, Landw. Versuchsstationen 53. Bd., 1900, S. 114 und 199.

Fett im Gesamtfutter	Rohprotein	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfaser
44 g	75	74	67
64 „	71	70	67
75 „	74	69	66
86 „	74	69	66
97 „	75	71	69

In 2 Versuchen mit Ochsen, denen Erdnußöl einmal in der Form feinster Verteilung als Emulsion, das andere Mal in pflasterartiger, durch Schütteln mit Kalkwasser hergestellter Form verabreicht worden war, fand der Verfasser folgende auf das Gesamtfutter berechnete Verdauungs-Koeffizienten:

	Rohprotein	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfaser
1. Versuch			
Ohne Ölzulage	64,4	75,8	62,6
Mit 707 g Öl in Emulsion	63,5	73,6	61,6
2. Versuch			
Ohne Ölzulage	71,8	76,6	65,6
Mit 800 g Öl in schlecht verteilter Form	68,4	71,5	48,8

Da man in der landwirtschaftlichen Praxis Öl und Fett nur sehr selten dem Futter zusetzt, dasselbe vielmehr fast ausschließlich in der Form natürlicher Futtermittel (Ölkuchen und Ölsamen) verabreicht, so darf es im Lichte der vorliegenden Untersuchungen als Regel gelten, daß durch diesen Futterbestandteil keine Änderungen in der Ausnutzung der übrigen Stoffe bedingt wird.

5. Die einseitige Vermehrung der stickstoffhaltigen Stoffe in einer gegebenen Ration hat nicht nur keine Depression der Verdauung der übrigen Futterbestandteile zur Folge, sondern ist, wie oben dargelegt, geeignet, die verdauungsmindernde Wirkung eines reichlichen Kohlenhydratgehaltes des Futters ganz oder teilweise aufzuheben. Die Depression in der Verdauung der stickstofffreien Futterbestandteile wird also durch Zulage einer geeigneten Menge stickstoffhaltiger Stoffe aufgehoben, und zwar bezieht sich diese Wirkung der Stickstoffsubstanz nicht bloß auf die leicht löslichen Kohlenhydrate wie das Stärkemehl, sondern auch auf die Rohfaser.

Beobachtungen dieser Art sind zuerst von Haubner[1]) bei Schafen gemacht worden, bei denen der reichliche Stärkeabgang im Kot nach Fütterung von 2,5 kg Kartoffeln durch eine Zulage von Rapskuchen vollständig zum Verschwinden gebracht werden konnte. Henneberg und Stohmann[2]) bestätigten dies in Versuchen mit Ochsen, und zahlreiche weitere Untersuchungen behoben jeden Zweifel an dieser sehr wichtigen Tatsache. Daß sich dieser verdauungsbefördernde Einfluß der Stickstoffsubstanzen weiter auch auf die Rohfaser erstreckt, ließ sich zuerst aus einem Versuche des Verfassers[3]) schließen, in welchem 150 g Fischmehl zu

[1]) Jahrbücher der Akademie Eldena 1. Bd., S. 149.
[2]) Beiträge usw. 2. Heft, 1864, S. 195.
[3]) Landw. Versuchsstationen 20. Bd., 1877, S. 429.

einem aus Luzerneheu und Haferschrot bestehenden Futter zugelegt und dabei ohne Fischmehl 118, mit demselben 138 g Rohfaser der vegetabilischen Futterstoffe verdaut wurden. Dieselbe Wirkung trat auch des öfteren hervor,[1]) wenn proteinreiche Kraftfuttermittel wie Lupinen und Sojabohnen neben Rauhfutter zum Verzehr gelangten.

Ebenso wie die Eiweißstoffe besitzen auch die stickstoffhaltigen Substanzen nichteiweißartiger Natur eine der Verdauungsdepression entgegengesetzte Wirkung. Während z. B. die stickstofffreien Extraktstoffe einer fast vollkommen eiweißfreien Nahrung nach Beobachtungen H. Weiskes[2]) von Kaninchen nur zu 86,4 % verdaut wurden, stellte sich diese Ausnützung nach der Einführung von Asparagin oder Fibrin in das Futter auf 92 %. In Fütterungsversuchen des Verfassers[3]) mit Lämmern wurde aus einer täglichen Ration von 600 g Wiesenheu, 250 g Stärkemehl und 50 g Rohrzucker infolge einer Zulage von 30,6 g Asparagin oder 50 g Ammoniumacetat (beide mit 5,73 g Stickstoff) in beiden Fällen von den stickstofffreien Extraktstoffen 20, von der Rohfaser 10 g mehr verdaut als aus dem gleichen Futter ohne die genannten Zulagen. Ähnliches wird von Untersuchungen berichtet, die G. Fingerling[4]) mit Kälbern ausgeführt hat.

Da nun nach den obigen Darlegungen die Verdauung der stickstofffreien Extraktstoffe und der Rohfaser in einer gewissen Abhängigkeit von der Menge verdaulicher Stickstoffsubstanz im Gesamtfutter steht, so läßt sich voraussehen, daß in dieser Beziehung auch die konzentrierten Futtermittel je nach ihrem eigenen oder dem Gehalt des übrigen Futters an Rohprotein, einen Einfluß ausüben werden. Proteinarme Futterstoffe, wie die Kartoffeln und Rüben, einem an sich proteinarmen Futter zugelegt, bewirken, wie E. Wolff[5]) festgestellt hat, eine Verdauungsdepression, welche sowohl die stickstoffhaltigen wie die stickstofffreien Futterbestandteile betrifft. Die konzentrierten Futtermittel, welche einen mittleren Gehalt an Rohprotein aufweisen, wie die Körner der meisten Getreidearten, bewirken nur dann eine wahrnehmbare Verdauungsdepression, wenn das Gesamtfutter, in dem sie verabreicht werden, auf ein Teil verdauliches Rohprotein mehr als 8 Teile verdauliche stickstofffreie Stoffe[6]) enthält. In dieser Beziehung fanden Hofmeister und Haubner[7]) bei der Verfütterung von Hafer an Schafe eine Verdauungsverminderung erst dann, wenn das erwähnte Verhältnis 1 : 8 bis 9 betrug; ebenso stellt sich für Hafer in Versuchen mit der gleichen Tierart,

---

[1]) F. Stohmann, Mitteil. des landw. Inst. d. Univ. Leipzig 1875, S. 86; O. Kellner, Landw. Jahrbücher 9. Bd., 1880, S. 990 und Landw. Versuchsstationen 32. Bd., 1886, S. 88.

[2]) Zeitschr. für Biologie 30. Bd., 1894, S. 254.

[3]) Ebendaselbst 39. Bd., 1900, S. 354.

[4]) Landw. Versuchsstationen 73. Bd., 1910, S. 290.

[5]) Landw. Jahrbücher 8. Jahrg. 1879, Supplement S. 123.

[6]) Einschl. Fett × 2,4.

[7]) Landw. Versuchsstationen 6. Bd., 1864, S. 185.

nach Beobachtungen von E. Schulze und M. Maercker[1]) noch keine Depression ein bei einem Verhältnis von 1:8—9, und erst bei weiterer Zulage, als auf 1 Teil verdauliches Rohprotein 10 Teile verdauliche stickstofffreie Nährstoffe kamen, trat eine beträchtliche Verminderung der Verdauung der Zulage ein; gleichfalls bei Haferfütterung blieb in Versuchen E. Wolffs[2]) mit Schafen jede Verdauungsdepression bei einem Verhältnis von 1:5—6 aus. — Sind die konzentrierten Futtermittel reich an stickstoffhaltigen Stoffen, so veranlassen dieselben keinerlei Verdauungsverminderung, wie aus allen Ausnützungsversuchen mit Baumwollsaatmehl, Leinkuchen, Bohnenschrot usw. hervorgeht; es ist im Gegenteil für diese Futtermittel eine günstige Wirkung auf die Ausnützung der Rohfaser und der stickstofffreien Extraktstoffe anzunehmen, wenn auch derartiges bis jetzt erst bei den wenigen, weiter oben schon genannten Versuchen nachgewiesen worden ist. Im allgemeinen läßt sich aus den vorliegenden Versuchen mit Wiederkäuern schließen, daß die Verdauung des Futters ihren vollen Umfang stets dann erreicht, wenn auf 8 Teile verdauliche stickstofffreie Nährstoffe (einschl. Fett $\times$ 2,4) nicht weniger als 1 Teil verdauliches Rohprotein entfällt. Sind mehr als 8 Teile verdauliche stickstofffreie Nährstoffe auf 1 Teil verdauliches Rohprotein vorhanden, so geht um so mehr verdauungsfähige Substanz ungenützt in den Kot über, je weniger Rohprotein unter den verdaulichen Stoffen vorhanden ist.

Bei Schweinen stellt sich, wie bereits erwähnt, eine Verdauungsdepression erst ein, wenn sich das erwähnte Verhältnis noch mehr erweitert. Dabei ist aber zu berücksichtigen, daß Futtermischungen mit einem sehr weiten Eiweißverhältnis den Tieren nicht zuträglich sind, ja daß bei lang andauernder Verabfolgung derartiger Rationen Schädigungen der Gesundheit eintreten, die tödlich verlaufen, wie die interessanten Versuche von J. Munk[3]) und Th. Rosenheim[4]) gezeigt haben.

6. Die Anwesenheit freier Säure in den Futtermitteln bewirkt innerhalb gewisser Grenzen keine Veränderung in dem Umfange der Verdauung. Wie H. Weiske[5]) gezeigt hat, wurde Wiesenheu einmal in natürlichem Zustande, das andere Mal mit verdünnter Schwefelsäure (7,5 g als Anhydrid berechnete Säure auf 1 kg Heu) befeuchtet, von Schafen gleich gut verdaut. Da in den eingesäuerten Futtermitteln jedoch zuweilen viel größere Mengen freie Säuren verzehrt werden und letztere sehr wohl eine Beschleunigung der unwillkürlichen Darmbewegungen und damit ein rascheres Durchgleiten des Futterbreies durch den Verdauungsapparat veranlassen können, so ist es immerhin möglich, daß reichliche Säurezufuhr eine unvollständige Ausnützung des Futters

[1]) Journal für Landwirtschaft 23. Jahrg. 1875, S. 164.
[2]) Landw. Jahrbücher 2. Bd., 1873, S. 288.
[3]) Arch. für (Anat. u.) Physiol. 1891, S. 338 u. 341.
[4]) Pflügers Archiv 46. Bd., S. 422 u. 54. Bd., S. 61.
[5]) Journal für Landwirtschaft 33. Jahrg. 1885, S. 61.

nach sich zieht. Nach den Beobachtungen des Verfassers [1]) macht sich bei Wiederkäuern jedoch ein solcher Einfluß selbst dann nicht geltend, wenn sehr große Mengen derjenigen Säure im Futter vorhanden sind, die sich bei dem Verfahren der Einsäuerung besonders reichlich bildet. Eine Ration, welche aus 750 g Wiesenheu und 600 g Maisschrot bestand, erhielt außer 15 g milchsaurem Kalk in dem einen Versuchsabschnitt eine Zugabe von 36 g wasserfreier, in 300 g Wasser gelöster Milchsäure, d. i. 2,67 % des Gesamtfutters; in einem anderen Versuchsabschnitt war dieser Zusatz unterblieben. Das Versuchstier, ein Hammel, verdaute dabei in Prozenten der Einzelbestandteile des Heues und Maises:

	Organische Substanz	Rohprotein	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfett	Rohfaser
Mit Milchsäure	74,2	64,2	79,9	76,4	58,6
Ohne „	73,9	63,5	80,0	75,1	57,5

Die Ausnützung des Futters war also unverändert geblieben, und da wohl selten ein so säurereiches Gesamtfutter zum Verzehr gebracht wird, wie es hier geschehen ist, so darf man schließen, daß die Einführung von Sauerfutter in die gewöhnlichen Rationen der Wiederkäuer ohne Einfluß auf die Verdauung der übrigen Futterstoffe bleibt. Wie sich andere Tiergattungen gegenüber saurem Futter verhalten, ist noch nicht festgestellt. Jedenfalls sind Pferde und jüngere Tiere, oft auch einzelne Individuen der erwachsenen Wiederkäuer recht empfindlich gegen reichliche Säurezufuhr und neigen bei derselben zu Durchfällen. Dazu leiden bei andauerndem Verzehr [2]) solchen Futters die Zähne, und harte Stoffe werden dann unvollständig gekaut und verdaut.

7. **Kohlensaurer Kalk**, der zuweilen dem Futter behufs Ergänzung des Kalkgehaltes oder zur Abstumpfung zu großer Säuremengen zugesetzt, zuweilen auch in betrügerischer Absicht den mehlartigen Futtermitteln, getrockneten Schlempen und Ölkuchen beigemischt wird, erscheint wohl geeignet, die sauren Verdauungsflüssigkeiten zu neutralisieren und dadurch eine verminderte Futterausnutzung herbeizuführen. Bei Wiederkäuern ist eine derartige schädliche Beeinflussung der Verdaulichkeit des Futters jedoch kaum zu befürchten. Bei der Gärung des Futters im Pansen entstehen Säuren in solchen Mengen, daß der absichtlich oder in betrügerischer Weise zugeführte kohlensaure Kalk reichlich neutralisiert wird. Dies hat auch ein Versuch gezeigt, den J. Volhard [3]) mit Schafen ausführte und bei welchem in einem Grundfutter aus Wiesenheu und Baumwollsaatmehl pro Tag und Kopf 50 g gefällter kohlensaurer Kalk zum Verzehr gebracht wurde. Hierbei stellte sich die prozentische Ausnutzung auf folgende Zahlen:

---

[1]) Noch nicht veröffentlicht.

[2]) In dem oben erwähnten Versuch mit Milchsäure erstreckte sich die Beobachtung im ganzen auf 20 Tage; die Zähne waren zwar etwas angegriffen, leisteten ihre Arbeit jedoch noch ganz vollständig.

[3]) Arbeiten der Versuchsstation Möckern, Landw. Versuchsstationen 61. Bd., 1904, S. 305.

	Organische Substanz	Roh-protein	Stickstofffreie Extraktstoffe	Roh-fett	Roh-faser
Ohne Kalk	71,2	76,6	71,8	79,5	63,0
Mit Kalk	70,0	74,9	70,6	82,1	61,3

Obwohl hier kohlensaurer Kalk in reichlichen Mengen verzehrt worden war, änderte sich doch die Gesamtverdauung des Futters nicht; denn die Unterschiede, welche zwischen beiden Versuchsreihen zutage traten, liegen noch ganz innerhalb der Grenzen unvermeidlicher Versuchsfehler. Ob aber bei Tiergattungen mit einfachem Magen nicht ungünstige Wirkungen übermäßiger Gaben von kohlensaurem Kalk auf die Futterverdauung wahrzunehmen sein würden, ist noch nicht festgestellt.

8. **Das Kochsalz**, welches sonst als unentbehrliches Nahrungs- und zugleich auch als Genußmittel zu betrachten ist, übt, wenn es in den in der landwirtschaftlichen Praxis gebräuchlichen Mengen verabreicht wird, keinen irgendwie beträchtlichen Einfluß auf die Verdauung des Futters aus. Wenn auch einzelne Untersuchungen, namentlich diejenigen, welche aus älterer Zeit stammen und von H. Grouven[1]), E. Wolff[2]) und V. Hofmeister[3]) ausgeführt worden sind, keine besondere Übereinstimmung in ihren Ergebnissen zeigen, so haben doch spätere Arbeiten von H. Weiske[4]) und namentlich von E. Wolff[5]) überzeugend dargetan, daß dem Kochsalz weder eine die Verdauung fördernde, noch hemmende Wirkung zugeschrieben werden kann. So erhielt z. B. der letztgenannte Forscher bei der Verabreichung wechselnder Mengen Kochsalz zu Wiesenheu bei Schafen folgende Verdauungs-Koeffizienten:

Kochsalz pro Tag und Kopf	Organische Substanz	Roh-protein	Roh-fett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Roh-faser
0 g	67	58	50	70	66
4 „	66	59	49	70	62
8 „	67	58	48	71	63

Auch als neben Wiesenheu noch Biertreber oder Ackerbohnen verabreicht wurden, änderte sich die Verdauung des Futters infolge Zulage verschiedener Mengen Kochsalz nicht. Ebenso übte bei Pferden eine Zulage von 20 g Salz zu Rationen, die aus Wiesenheu, Hafer und Dinkelstroh bestanden, keinen Einfluß aus, indem hier im Durchschnitt dreier Versuchsreihen für die prozentische Verdauung der Futterbestandteile folgende Werte gefunden wurden:

	Organische Substanz	Roh-protein	Roh-fett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Roh-faser
Ohne Salz . . .	59	67	42	71	29
Mit „ . . .	59	66	41	70	31

[1]) 2. Bericht der Versuchsstation Salzmünde 1864, S. 322.

[2]) Die landw.-chem. Versuchsstation Hohenheim 1870, S. 68.

[3]) Landw. Versuchsstationen 6. Bd., 1864, S. 196 und 16. Bd., 1873, S. 347 und 374.

[4]) Journal für Landwirtschaft 23. Jahrg. 1874, S. 370.

[5]) Landw. Jahrbücher 22. Bd., 1893, S. 605 und 24. Bd., 1905, S. 199.

Wird Kochsalz in übermäßig hohen Gaben verabreicht, so wirkt es wie eine große Anzahl anderer neutraler Salze, abführend und setzt dann natürlich die Verdauung des Futters herab.

9. Eine fördernde Wirkung der sogenannten **„Reiz- oder Würzstoffe"** auf die Ausnützung des Futters ist bis jetzt bei keiner einzigen der auf diesen Punkt gerichteten Untersuchungen beobachtet worden. Man ist der Meinung gewesen und liest auch gegenwärtig noch oft in Reklameschriften, daß mancherlei aromatische oder bitterschmeckende Stoffe einen wunderbaren, die Verdauung des Futters steigernden Einfluß ausüben sollen. Versuche aber, die H. Weiske[1]) mit den Schoten des Johannisbrotbaumes, denen ebenfalls ein günstiger Einfluß in dieser Richtung nachgerühmt wird, ausgeführt hat, haben gezeigt, daß diese Beigabe ihrem niedrigen Proteingehalte zufolge sogar eine Verdauungsdepression bewirkt hat, und nach G. Fingerling[2]) haben die beliebtesten Bestandteile der Vieh-, Freß-, Mast- und Milchpulver, wie Fenchel, Anis und Bockshornklee, selbst zu einem reizlosen ausgelaugten Futter zugegeben, nicht die geringste Wirkung auf die Futterausnützung erkennen lassen. Wohl wirken manche Gewürzstoffe ebenso wie auch das Kochsalz anregend auf die Absonderung der Verdauungssäfte, einen Einfluß auf die Größe der Verdauung aber besitzen dieselben nicht.

10. Von **alkaloidhaltigen Futtermitteln** sind unter dem vorliegenden Gesichtspunkt bis jetzt nur die Samen der gelben Lupine untersucht worden, indem dieselben einmal im gedämpften Zustande, das andere Mal nach vollzogener Entbitterung, d. i. gedämpft und mit Wasser ausgelaugt, zu Ausnützungsversuchen mit Schafen verwandt wurden.[3]) Während nun die nur gedämpften Körner in der Trockensubstanz ca. 1% Alkaloid enthielten, war dieser Betrag durch das Entbitterungsverfahren bis auf 0,09% vermindert worden. Im Zusammenhang hiermit stand, daß in dem Versuchsabschnitt mit den entgifteten Lupinen die Tiere lebhafter waren und rege Freßlust erkennen ließen, wogegen bei der Verfütterung der nur gedämpften Körner der Appetit stark vermindert und eine auffällige Müdigkeit und Schwerfälligkeit der Bewegungen zu beobachten war. Als durchschnittliche Verdauungs-Koeffizienten für die Lupinen ergaben sich folgende Werte:

	Organische Substanz	Rohprotein	Rohfett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfaser
Entbittert	97,4	94,4	94,3	83,9	120,6
Gedämpft	91,5	91,7	99,4	80,2	94,3

Da beim Auslaugen der gedämpften Körner etwa 20% der gesamten organischen Substanz entfernt werden und diese, weil in Wasser löslich, als leicht verdaulich anzusehen sind, so hätte man erwarten sollen, daß die so behandelten Lupinen in geringerem Umfange zur Verdauung gelangen würden, als die nur

---

[1]) Journal für Landwirtschaft 27. Bd., 1879, S. 321 und 349.

[2]) Landw. Versuchsstationen 62. Bd., 1905, S. 11.

[3]) O. Kellner, Landw. Jahrbücher 9. Bd., 1880, S. 977.

gedämpften Körner. Gerade das Umgekehrte war hier eingetreten; die entbitterten Lupinen waren deutlich besser verdaut worden, wie die gedämpften. Es liegt daher nahe zu schließen, daß die Alkaloide der gedämpften Körner einen nachteiligen Einfluß auf die Verdauung und Resorption ausgeübt haben, eine Folgerung, die freilich erst dann als voll bewiesen zu erachten wäre, wenn ein Versuch mit den isolierten Lupinenalkaloiden, die irgend einer anderen Futtermischung zuzulegen wären, dasselbe Ergebnis zeitigen würden.

11. Eine günstige Wirkung auf die Verdauung des Futters scheint nach Untersuchungen H. Weiskes[1]) die **arsenige Säure** zu haben. Nach 20 Tagen andauernder, sehr langsamer Einführung dieses Giftes in die Ration zweier 48—49 kg schwerer Hammel nahmen dieselben täglich 0,18 bezw. 0,10 g davon auf, die maximale Dosis, welche ohne Verminderung der Freßlust den Tieren überhaupt beizubringen war. Infolge dieser Zufuhr änderte sich die prozentische Ausnützung des aus Wiesenheu und Gerstenschrot bestehenden Gesamtfutters in folgender Weise:

	Organische Substanz	Rohprotein	Rohfett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfaser
Ohne Arsenik . . .	64	60	60	68	55
Mit „ . . .	67	63	63	71	62

Eine Wiederholung der Versuche erscheint jedoch sehr erwünscht, zumal bis jetzt kein anderer Stoff bekannt ist, der ohne gleichzeitige Änderung des Nährstoffverhältnisses die Ausnützung des Futters zu erhöhen imstande gewesen wäre.

Drittes Kapitel.

Die Verwertung der verdauten Stoffe im Tierkörper.

1. Allgemeine Verhältnisse.

Die Stoffe, welche aus dem Verdauungskanal direkt oder durch die Chylusgefäße hindurch in das Blut eintreten und den Zellen zugeführt werden, stellen nicht bloß das Rohmaterial dar, aus welchem die Organe des Tierkörpers sich aufbauen oder verbrauchte Körpersubstanz ersetzt wird, sondern sie sind auch gleichzeitig die Träger verschiedener Formen der Energie, welche die mechanischen und chemischen Leistungen des Organismus ermöglichen. Da die Temperatur des lebenden Warmblüters, welche 37—40° C. beträgt, in der Regel erheblich höher ist, als die der umgebenden Luft, so gibt das Tier beständig Wärme ab und bedarf daher einer Quelle, aus der es diese Verluste deckt. Die Atmungsbewegungen, die Tätigkeit des Herzens, die Gestaltveränderungen der Verdauungsorgane, sowie die willkürliche und unwillkürliche Arbeit der Muskeln bedingen

[1]) Journal für Landwirtschaft 23. Bd., 1875, S. 317.

einen Verbrauch an Kraft, die, soll nicht Erschöpfung eintreten, wieder ersetzt werden muß. Da sich nun weder die Wärmeabgabe vom Körper durch Erhöhung der Umgebungstemperatur vollständig aufheben,[1]) noch auch der Kraftbedarf decken läßt durch Zufuhr irgend einer Form lebendiger Energie, die außerhalb des Organismus erzeugt wird, so ist es Bedingung für die Erhaltung des Lebens, daß ein gewisser Teil der benötigten Energie im Organismus selbst, in den lebenden Zellen desselben entsteht und das hierzu erforderliche Material den letzteren zugeführt wird. Es geschieht dies in der Form der verdauten Stoffe, die nach ihrem Eintritt in die Blutbahn nach allen Geweben hingeleitet und dort von den Zellen aufgenommen werden.

Was den Vorgang der Wärme- und Kraftproduktion selbst anbelangt, so kann derselbe in nichts anderem bestehen als in einer Zersetzung und Oxydation der organischen Stoffe, welche die Zellen bereits enthalten oder aus dem Säftestrom empfangen. Die kompliziert zusammengesetzten Moleküle der Eiweißstoffe und Kohlenhydrate unterliegen hierbei zunächst einer Spaltung, die sich sehr wahrscheinlich unter der Mitwirkung von Enzymen vollzieht und einfacher gebaute Stoffe liefert, welche darauf der Oxydation anheimfallen. Wird diese Oxydation eingeschränkt, wie es bei manchen Krankheiten oder Vergiftungen der Fall ist, so lassen sich im Harn Stoffe (Traubenzucker, Pentosen, Milchsäure, Oxybuttersäure usw.) nachweisen, deren Entstehung nur auf eine solche Spaltung zurückzuführen ist. — Ausgiebiger noch als diese Zertrümmerung der Nährstoffmoleküle wirkt hinsichtlich der Wärme- und Krafterzeugung die Oxydation der Zerfallsprodukte, welche der Stoffzersetzung folgt und sich unter Mitwirkung des im Blute den Zellen zuströmenden Sauerstoffs vollzieht. Mit jedem Atemzuge tritt ein Teil des in die Lungen eingesaugten Sauerstoffs in die feinsten Zweige der Blutgefäße, welche die Lungenbläschen umziehen, ein, wird hier locker an das Hämoglobin der roten Blutkörperchen gebunden und in dieser Form durch den Körper transportiert, um dort, wo Bedarf an Sauerstoff vorhanden ist, wo also Wärme und Kraft erzeugt werden muß, zur Oxydation verwandt zu werden. Demgemäß ist es nicht die Gegenwart von Sauerstoff, welche diese Oxydation veranlaßt, nicht kann man die Oxydationsvorgänge etwa dadurch steigern, daß man die Menge des Sauerstoffs in der eingeatmeten Luft durch verstärkte Atembewegungen oder durch Aufenthalt in reinem Sauerstoff erhöht, das Maß für die Oxydation ist vielmehr lediglich in der Menge derjenigen verbrennungsfähigen Stoffe gegeben, welche die Gesamtheit der Zellen zwecks Deckung ihres Wärme- und Kraftbedarfs oxydieren muß.

Unter den Endprodukten des Zersetzungs- und Verbrennungsprozesses finden wir hier zum Teil dieselben, zum Teil ganz ähnliche Stoffe wie sie aus organischen Futterbestandteilen auch außerhalb des Organismus bei der Oxydation auf nassem Wege entstehen. Die stickstofffreien Stoffe, wie Kohlenhydrate, Fette und die meisten organischen Säuren, gehen vollständig in Kohlensäure und Wasser über, von denen die Kohlensäure bei ihrer Ausscheidung den

[1]) S. w. u. Kap. 4. Stoff- und Energie-Umsatz bei Hunger.

umgekehrten Weg nimmt, auf dem der Sauerstoff in die Gewebe eingeführt wird. Die Kohlensäure tritt aus den Zellen in das Blut über, gelangt mit diesem in die Lungen, um dort an die eingeatmete Luft abgegeben und mit dieser nach außen befördert zu werden; nur ein kleiner Teil der Kohlensäure wird auf dem Wege der Diffusion durch die Haut und den Darm entfernt. Auch die stickstoffhaltigen Substanzen, wie die Eiweißstoffe, Aminosäuren usw. liefern bei ihrer Zersetzung im Körper Kohlensäure und Wasser, daneben aber noch stickstoffhaltige Produkte, wie Harnstoff, Harnsäure, Kreatin usw., die an sich noch verbrennungsfähig sind, in den tierischen Geweben aber nicht weiter oxydiert werden können. Alle diese Produkte, zusammen mit mancherlei Salzen und organischen Stoffen, deren Muttersubstanz zum Teil unbekannt ist, werden mit dem Blute den Nieren zugeführt und dort im Harn abgesondert. Das Wasser, welches im Futter und in der Tränke aufgenommen wird oder bei der Oxydation organischer Substanz entsteht, verteilt sich auf sämtliche Ausscheidungswege, indem es sowohl als Gas von der Lunge und Haut abgegeben, als auch in flüssiger Form im Harn und Kot nach außen befördert wird.

Die Menge und Beschaffenheit der Einnahmen und Ausgaben eines Tieres liefert uns nun die wesentlichsten Anhaltspunkte zur Beurteilung des Stoff- und Energieumsatzes. Wir wissen ja, daß die Materie, wie die Energie, unvergänglich sind. Wenn daher ein Tier an Kohlenstoff, Stickstoff oder irgend einem anderen Element mehr ausgibt, als es eingenommen hat, so muß dieser Überschuß in der Ausführung aus dem Körper stammen und die Nahrungszufuhr zur Deckung des Bedarfs nicht zureichend gewesen sein. Umgekehrt muß bei einem Mindergehalt der Ausgaben gegenüber den Einnahmen geschlossen werden, daß die Körpersubstanz einen Zuwachs erfahren hat. Ganz ebenso verhält es sich auch mit dem Energieumsatz. Ein jeder in der Nahrung aufgenommene, im Körper oxydierbare Stoff ist der Träger einer bestimmten, von der Art des Stoffes abhängigen Menge Energie, die in ihm gewissermaßen in ruhender (latenter) Form — als potentielle Energie, wie sie gewöhnlich bezeichnet wird, vorhanden ist. Erkennbar und aktiv, d. i. in die kinetische Form übergeführt wird die pontentielle Energie erst, sowie ihr Träger zersetzt und oxydiert wird. Wie ein in die Höhe gehobenes Gewicht ein bestimmtes Quantum potentielle Energie repräsentiert, welche die wirksame und aktive, kinetische Form annimmt, wenn man das Gewicht in seine frühere Lage zurückfallen läßt, so ist auch in den organischen Nahrungsbestandteilen potentielle Energie aufgespeichert, die, aus der lebendigen Kraft der Sonnenstrahlen stammend, in Freiheit gesetzt und wirksam wird, wenn diese Nahrungsbestandteile bei der Spaltung oder Verbrennung in dieselben oder ähnliche Stoffe zerfallen, aus denen sie erzeugt worden waren. Bei der Entstehung des Stärkemoleküls aus Kohlensäure und Wasser z. B. verschwindet in den grünen Pflanzenzellen eine bestimmte Menge der kinetischen Energie des Sonnenlichtes und findet sich unvermindert in der Stärke in potenzieller Form vor; bei dem umgekehrten Prozeß der Verbrennung zu Kohlensäure und Wasser tritt dann die in dem Stärkemehl aufgespeicherte Energie in irgend einer kinetischen Form; als Wärme, elektrische Spannung, Licht oder

mechanische Kraft ohne jeden Verlust wieder hervor. Dabei ist es vollkommen gleichgültig, welche und wie viele verschiedene Zwischenprodukte vor dem Übergang in Kohlensäure und Wasser entstehen. Es mag z. B. das Stärkemehl nach- oder nebeneinander Dextrin, Maltose, Glukose Alkohol, Milchsäure, Essigsäure usw. liefern, es mag die Zersetzung und Oxydation unter Feuererscheinung verlaufen, unter Humusbildung im Erdboden vor sich gehen oder sich in den tierischen Zellen abspielen, immer wird, wenn Kohlensäure und Wasser die Endglieder bilden, aus einer gegebenen Menge potentieller die gleiche Menge kinetischer Energie entstehen. Nur wenn einzelne der intermediären Zersetzungsprodukte nicht oxydiert werden, fällt der Betrag an kinetischer Energie geringer aus, als dem Vorrate an potentieller Energie in dem zersetzten Stoffe entspricht. Der Verlust ist aber dann genau gleich der Energiemenge, welche jene unvollständig oxydierten Produkte in potentieller Form enthalten. Werden z. B. 100 g Stärkemehl in der Weise zersetzt, daß 4,20 g Methan entstehen, und der Rest der organischen Substanz vollständig verbrannt wird, so würde von dem Energievorrat in der Stärke nur der im Methan vorhandene Teil abzuziehen sein, um einen Ausdruck für die Menge kinetischer Energie zu erhalten, welche aus den 100 g Stärke verfügbar geworden ist. Wenn wir also den Energievorrat kennen, der einerseits im Futter aufgenommen wird, andrerseits im Kot, Harn und in den gasförmigen Ausscheidungen den Körper verläßt, so liefert uns die Differenz zwischen diesen Einnahmen und Ausgaben ein genaues Maß für die Energie, welche im Organismus in kinetische Form übergeführt wird und zur Wirkung gelangt. Diesen Betrag bezeichnen wir als „physiologischen Nutzeffekt", Nutzwert oder nutzbare Energie.

Als Maßstab für die Menge potentieller oder kinetischer Energie, die an einen Stoff gebunden ist, bezw. im Maximum aus ihm frei werden kann, gilt nun diejenige Menge Wärme, welche derselbe bei vollständiger Oxydation liefert. Um diese Menge zu bestimmen, pflegt man gegenwärtig die zu untersuchende Substanz in einem bombenartigen, mit verdichtetem Sauerstoff gefüllten Gefäß, das in einem bestimmten Quantum Wasser versenkt wird, zu verbrennen und die Temperaturerhöhung zu messen, welche das Wasser hierbei erfährt.[1]) Den Umfang der Temperaturerhöhung drückt man dabei in sogenannten Wärmeeinheiten oder Kalorien aus und bezeichnet als kleine Kalorie oder cal diejenige Wärmemenge, welche einem Gramm Wasser von annähernd 17° C. zugeführt werden muß, um dessen Temperatur um 1° C. zu erhöhen; als große Kalorie oder Cal gilt das Quantum Wärme, dessen ein Kilogramm Wasser bedarf, um seine Temperatrr um 1° C. zu erhöhen. Wenn also angegeben wird, daß ein Gramm wasserfreies Stärkemehl 4182,5 cal = 4,1825 Cal liefert, so soll dies bedeuten, daß die Wärmemenge, welche bei vollständiger Verbrennung

[1]) Näheres über die Untersuchungsmethode s. Berthelot, Praktische Anleitung zur Ausführung thermochemischer Messungen 1893; Longuinine, Bestimmung der Verbrennungswärme, 1897; F. Stohmann, Journal für praktische Chemie 2. Serie, 39. Bd., 1889, S. 503; O. Kellner, Landw. Versuchsstationen 47. Bd., 1896, S. 293.

des genannten Stärkequantums erzeugt wird, die Temperatur eines Grammes Wasser um 4182,5° C., oder diejenige eines Kilogramms um 4,1825° C. zu erhöhen vermag. Man bezeichnet die in Kalorien ausgedrückten Werte auch kurzweg als Verbrennungswärme, Wärme- oder Energiewert. In denselben Maßeinheiten drückt man auch den Bedarf der verschiedenen Tierklassen an nutzbarer Energie aus; man sagt z. B., ein 600 kg schweres Rind bedarf zu seiner Erhaltung einer täglichen Zufuhr von 12780 Cal, eine Angabe, die nunmehr ohne weiteres verständlich ist.

Die aus dem Verdauungsschlauche in das Blut übertretenden Stoffe werden nicht unter allen Umständen zersetzt und oxydiert, sondern können bei reichlicher Ernährung noch in einer andern Richtung verwertet, nämlich in Körpersubstanz (Fleisch, Fett, Glykogen, Milch usw.) umgewandelt werden. Früher pflegte man in dieser Hinsicht zu unterscheiden zwischen plastischen, zur Zellbildung verwendbaren Stoffen und lediglich der Wärmeerzeugung dienenden, sogenannten Respirationsmitteln. Man meinte überhaupt eine strenge Einteilung der an der Ernährung beteiligten Stoffe durchführen zu können und räumte vor allem dem Eiweiß eine allbeherrschende Stellung in der Ernährungslehre ein. Wo immer es galt, die Entstehung eines neuen Stoffes im Tierkörper zu erforschen oder den Quellen der Muskelkraft nachzuspüren, da stellte man sich häufig schon in der Frage die Alternative zwischen Eiweiß und stickstofffreien Stoffen. Je weiter man jedoch in der Erkenntnis der Vorgänge im Tierkörper vordrang, um so mehr trat die Einseitigkeit solcher Fragestellungen und die Vielseitigkeit der Leistungen der tierischen Zelle, die Anpassungsfähigkeit des Organismus an die ihm zur Verfügung gestellten Quellen von Kraft und Stoff hervor. Man erkannte, daß bei der Fleischbildung nicht bloß die Eiweißstoffe des Futters, sondern auch das Fett und die Kohlenhydrate eine, wenn auch indirekte Rolle spielen; man stellte fest, daß nicht bloß das Fett des Futters, sondern auch die Proteinsubstanzen und stickstofffreien Stoffe zu einer Quelle des tierischen Fettes werden können und man fand, daß so gut wie alle im Körper der Zersetzung und Oxydation anheimfallenden Stoffe nutzbare Energie zu erzeugen vermögen. Diese Sachlage überhebt uns der Aufgabe, die der Ernährung dienenden Stoffgruppen je nach ihren Funktionen in ein streng gegliedertes System zu bringen.

Im Sinne der vorstehenden Ausführungen bezeichnet man als Nahrungs- oder Nährstoffe alle diejenigen Bestandteile des Futters, welche nach ihrer Verdauung und Resorption zur Erzeugung von Wärme und Kraft, zu Neubildung von Körpersubstanz oder bei dem Vollzug sonstiger normaler Leistungen des Tieres Verwendung finden. In ihrer Gesamtheit bilden diese Stoffe die Nahrung, die eine vollständige oder einseitige sein kann, je nachdem in derselben alle für die normalen Funktionen des Organismus erforderlichen Nährstoffe vorhanden sind oder einzelne fehlen. Eine vollkommene Nahrung kann weiter an Kraft und Stoff in nutzbarer Form entweder nur soviel enthalten, daß das Tier ohne Verlust von Leibessubstanz zu bestehen vermag, oder diesen Bedarf überschreiten und dann in dem Überschuß Material zuführen, welches zur Bildung von Fleisch, Fett, Milch, Wolle oder zur Erzeugung von nutzbarer

Muskelkraft geeignet ist. Demgemäß unterscheidet man zwischen Erhaltungs- oder Beharrungsfutter einerseits und Produktionsfutter andrerseits. Das letztere besteht jedoch, wie hervorgehoben werden muß, aus zwei Komponenten, dem einen, welcher der bloßen Erhaltung des Tieres dient, und dem anderen hierüber hinausgehenden Teil, welcher allein zur Produktion dienen kann. Je nachdem somit die Nährstoffe Bestandteile eines bloßen Erhaltungsfutters sind oder als Zulage zu einem solchen verfüttert werden, nimmt ihre Verwertung eine verschiedene Richtung an; im ersteren Fall unterliegen sie der Zersetzung und Oxydation, d. i. der Umwandlung in Wärme und Kraft, in letzterem werden sie entweder direkt zum Ansatz, bezw. zur Erzeugung nutzbarer Muskelkraft verwendet, oder sie treten für Bestandteile des Erhaltungsfutters ein und machen letztere für den Ansatz oder die Kraftproduktion verfügbar.

2. Untersuchungs-Methoden.

Wenn man ein vollständiges, in seinen Einzelheiten klar erkennbares Bild von der Verwertung eines im Futter aufgenommenen Stoffes entwerfen wollte, so müßte man imstande sein, alle Umwandlungen, welche dieser Stoff im Tierkörper erleidet, von Anfang bis zu Ende in qualitativer und quantitativer Hinsicht genau zu verfolgen. Man müßte nicht nur die Mittel besitzen, die einzelnen Phasen der Verdauungsvorgänge (Erwärmung, Quellung, Auflösung und Veränderung durch Enzyme, sowie die Zersetzungen durch Bakterien) chemisch und thermisch zu fixieren, sondern auch in der Lage sein, die Verdauungsprodukte auf ihren weiteren Wegen (in der Blutbahn, bei der Spaltung, Oxydation und Ausscheidung, bei der Umwandlung in Körpersubstanz und Energie) in etwa derselben Weise zu verfolgen, wie dies bei einfachen chemischen Reaktionen möglich ist. Bei der Verschiedenheit der tierischen Organe müßte die Möglichkeit geboten sein, in jedem einzelnen derselben den Stoff- und Energieumsatz quantitativ zu untersuchen. Hierzu reichen aber die bisher erworbenen Kenntnisse und die verfügbaren Untersuchungsmethoden nicht aus.

Wohl aber sind wir imstande, aus den Gesamt-Einnahmen und Ausgaben der Tiere die Leistungen zutreffend zu beurteilen, die durch die Zufuhr ganzer Futtermischungen oder einzelner Nährstoffe ermöglicht werden. „So wie wir in die Ausdehnung und den Betrieb eines großen Fabrikgeschäftes einen vollkommen genügenden Einblick bekommen, wenn wir aus den Büchern die in einem Jahre angekauften Rohmaterialien, die verkauften Waren und die noch vorhandenen Vorräte in beiden ihrer Menge und ihrem Werte nach erfahren, und dazu nicht zu wissen brauchen, was unterdessen mit jedem Stückchen geschehen oder in welchen Maschinen es verarbeitet worden ist, so vermögen wir auch aus der stofflichen Tätigkeit des Gesamtorganismus eine große Anzahl der wichtigsten Lebenserscheinungen zu entnehmen, ohne den Beitrag der einzelnen Organe oder die Zwischenprodukte des Zerfalls zu kennen.“ [1]) Die Fragen, ob ein Stoff ein Nährstoff ist, welcher Menge und Art von Nahrung ein Tier unter verschiedenen

[1]) C. Voit, Physiologie des Gesamtstoffwechsels, 1881, S. 7.

Einflüssen bedarf, unter welchen Bedingungen eine Vermehrung oder ein Verlust von Körpersubstanz stattfindet, und welches Maß von Energie für die verschiedenen Leistungen des Tieres erforderlich ist, alle diese Fragen lassen sich nur durch die Untersuchung des gesamten Stoff- und Energieumsatzes beantworten. Die experimentellen Methoden, welche bei der Untersuchung dieses Umsatzes zur Anwendung kommen, sind daher in der Hauptsache auf die Feststellung der Menge und Beschaffenheit der Nahrung und derjenigen Produkte gerichtet, welche im Kote, im Harn und in den gas- und dampfförmigen Ausscheidungen durch Lunge und Haut den Körper verlassen, und beschränken sich im allgemeinen auf den Stickstoff-, den Kohlenstoff- und den Energieumsatz.

1. Bezüglich des **Stickstoff- oder Eiweißumsatzes** kommen vor allem die Ausscheidungswege in Betracht, auf welchen die Zersetzungsprodukte der stickstoffhaltigen Substanzen den Körper verlassen. Da die hauptsächlichsten Stickstoffverbindungen des Harns, der Harnstoff, die Harnsäure, die Hippursäure u. a. in der Nahrung nicht präformiert vorhanden sind, und kein Tier den in die Lungen eintretenden freien Stickstoff der Luft in gebundene Form, also auch nicht in die genannten Stoffe überzuführen vermag, so steht es fest, daß jene Bestandteile des Harns nur bei dem Zerfall stickstoffhaltiger Stoffe im Körper gebildet worden sein können. In der Absonderung des Harns durch die Nieren erkennen wir also einen der Ausscheidungswege, auf welchem die stickstoffhaltigen Zersetzungsprodukte aus dem Körper entfernt werden. Ob dies der einzige Weg zur Entfernung dieser Produkte sei, war lange Zeit zweifelhaft. Ginge nämlich aller Stickstoff der zersetzten Stoffe in den Harn über, so müßte unter gewissen Verhältnissen, wenn die Nahrung gerade zur Erhaltung des Tieres ausreicht, in dem Harn genau soviel Stickstoff wiedergefunden werden, als aus dem Futter verdaut wird; es müßte, mit anderen Worten, Gleichgewicht vorhanden sein zwischen dem in der Nahrung zugeführten und dem im Kot und Harn ausgeschiedenen Stickstoff. Viele ältere Versuche[1]) über diese Verhältnisse ließen ein solches Gleichgewicht jedoch nicht erkennen, sondern ergaben ein Defizit, welches bis zu 59 % des Nahrungsstickstoffs betrug. Obgleich Regnault und Reiset[2]) bei Untersuchungen, in denen sie kleinere Tiere unter einer Glasglocke atmen ließen, unter normalen Verhälnissen in keinem Falle eine beträchtliche Änderung der in diese Glocke eingeschlossenen Stickstoffmenge beobachteten und gegenteilige Angaben mit Entschiedenheit bekämpften, so blieben doch die meisten dabei, jenes Stickstoffdefizit auf die Rechnung einer Ausscheidung gasförmigen Stickstoffs durch die Haut und Lunge zu setzen.

Jene älteren Versuche über den Stickstoffumsatz waren, wie wir jetzt wissen, mit vielen Mängeln behaftet, indem man weder für die Gleichmäßigkeit der Nahrungszufuhr während der Untersuchung, noch für eine genügend lange Be-

---

[1]) Boussingault, Annales de Chim. et Phys. 61. Bd. 1839, S. 112 und 128 3. F. 11. Bd., 1844, S. 433 und 14. Bd., 1845 S. 443 und 451; Barral, ebendaselbst 3. F., 1849, 25. Bd., S. 129 u. a.

[2]) Annalen der Chem. und Pharm. 73. Bd., 1850, S. 92, 129 und 257.

obachtungszeit Sorge getragen hatte. Als dann später Bidder und Schmidt[1]) in dieser Hinsicht sorgfältiger zu Werke gingen, fanden sie bei reichlicher und längerer Fütterung von reinem Muskelfleisch bei Hunden und Katzen nur ein Stickstoffdefizit von 2—3% im Harn und Kot. Bahnbrechenden Erfolg hatten auf diesem wichtigen Gebiete erst die 1857 bekannt gewordenen Untersuchungen von C. Voit[2]), in denen bei Hunden im Harn und Kot stets eine der aufgenommenen Nahrung (reines Muskelfleisch) fast völlig entsprechende Menge Stickstoff wieder erschien oder Differenzen auftraten, welche sich ungezwungen aus einem Fleischansatz oder Eiweißzerfall im Körper erklären ließen. Es wurde z. B. in je 3tägigen Versuchen mit einem großen Hunde an Stickstoff gefunden:

	Im Futter	Im Harn	Im Kot	Differenz zwischen Einnahme und Ausgabe
I. . . .	117,2 g	115,6 g	2,6 g	+ 1,0 g = 0,8%
II. . . .	121,1 „	118,7 „	2,5 „	+ 0,1 „ = 0,1 „
III. . . .	180,5 „	174,5 „	3,4 „	— 2,6 „ = 1,4 „

Viele Hunderte von weiteren Versuchen, welche seit jener Zeit am Menschen, sowie mit den verschiedensten Tiergattungen (Fleischfressern, Ochsen, Kühen, Schafen, Ziegen, Pferden, Kaninchen, Gänsen, Hühnern, Tauben usw.) unter Beobachtung der von C. Voit als unerläßlich bezeichneten Vorsichtsmaßregeln ausgeführt worden sind,[3]) haben dargetan, daß bei der Zersetzung stickstoffhaltiger Stoffe im Tierkörper elementarer Stickstoff nicht entsteht, daß vielmehr der zur Ausscheidung gelangende Stickstoff stets in gebundener Form auftritt, ein Ergebnis, welches später durch direkte Untersuchung der Atemgase in geschlossenen Apparaten, namentlich durch die mit besonderer Umsicht durchgeführten Versuchsreihen von C. Oppenheimer[4]) bestätigt wurde.

Das eben ausgesprochene hochbedeutsame Gesetz bildet die Grundlage, auf welcher sich unsere Kenntnisse vom Eiweißumsatz und -ansatz aufbauen. Da von einem Stickstoffdefizit im früheren Sinne nicht mehr die Rede sein kann, so muß derjenige Teil des Nahrungsstickstoffs, welcher unter gewissen Umständen — bei reichlicher Nahrung — in den Ausgaben nicht wieder erscheint, im Körper verblieben und zum Ansatz gelangt sein, und wenn wir fragen, in welcher Form

---

[1]) Bidder und Schmidt, Die Verdauungssäfte und der Stoffwechsel, 1852, S. 333 und 339.

[2]) C. Voit, Chem.-physiol. Untersuchungen, 1857.

[3]) Voit, Zeitschrift für Biologie 2. Bd., 1866, S. 25 und 5. Bd., 1869, S. 122; Gruber, ebendaselbst 16. Bd., 1880, S. 367; Ranke, Archiv für Anat. und Physiol. 1862, S. 311; Pettenkofer und Voit, Zeitschrift für Biologie 2. Bd., 1866, S. 311; Grouven, Physiol.-chem. Fütterungsversuche 2. Bericht, 1864, S. 121; G. Kühn, Landw. Versuchsstationen 10. Bd., 1868, S. 418 und 12. Bd., 1869, S. 443; M. Fleischer, Archiv für path. Anat. 51. Bd., 1870; E. Schulze und Maercker, Journal für Landw. 5. Bd., 1870, S. 301; Stohmann, Biol. Studien 1873, S. 121; E. Wolff, Landw. Jahrbücher 8. Bd., 1879, Suppl. S. 22 und 40; und viele andere.

[4]) E. Oppenheimer, Biochem. Zeitschr. 1. Bd., 1906, S. 177, ferner H. Leo, Archiv f. d. ges. Physiologie 26. Bd., 1881, S. 218 und W. Krogh, Zeitschr. f. physiol. Chemie 50. Bd., 1907, S. 289.

ein solcher Ansatz bewirkt werden kann, so bleibt unter den stickstoffhaltigen Bestandteilen des Tierkörpers keine große Auswahl. Nahezu 90% des gesamten Stickstoffs der Organe sind in der Form von Proteinstoffen vorhanden und nur 10—14% desselben gehören den nicht-eiweißartigen Sickstoffverbindungen an. Da nun letztere nicht einseitig vermehrt werden können, so muß in der Tat der im Körper verbleibende Stickstoff in der Form von Eiweiß bezw. Fleisch zum Ansatz kommen. Findet man umgekehrt, wie es bei unzureichender Ernährung oder Hunger der Fall ist, in den Ausgaben des Tieres mehr Stickstoff als in den Einnahmen, so muß auf einen Verlust von Eiweiß bezw. Fleisch geschlossen werden.

Stickstoffansatz und Stickstoffverlust sind also gleichbedeutend mit Fleischansatz und Fleischverlust. Die Richtigkeit dieses Satzes geht auch noch aus anderen Beobachtungen hervor, in welchen neben den Ausscheidungsverhältnissen des Stickstoffs diejenigen des Kohlenstoffs, der Phosphorsäure und des Schwefels verfolgt worden sind. Wenn Stickstoff angesetzt und dadurch eine Vermehrung des Fleischvorrates bedingt wird, so müssen auch andere Elemente, welche integrierende Bestandteile des Fleisches sind, im Körper zurückgehalten werden. In der Tat findet man immer, wenn weniger Stickstoff ausgeschieden als in der Nahrung eingeführt wird, daß auch gleichzeitig Kohlenstoff, Schwefel und Phosphorsäure in den Ausscheidungen fehlen,[1]) und daß umgekehrt eine Mehrausgabe von Stickstoff vom Körper parallel geht mit einer Mehrausscheidung von Kohlenstoff und Schwefel.

Für die Beurteilung des Umfanges, welchen der Zerfall von Stickstoffsubstanz im Körper annehmen kann, ist es ferner wichtig zu wissen, ob die stickstoffhaltigen Endprodukte dieser Zersetzung ausschließlich in den Harn übergehen. Wie schon weiter oben (S. 33) dargelegt worden ist, kann kein Zweifel darüber bestehen, daß geringe Mengen solcher Stoffe, deren Bildungsmaterial wohl nur in den Eiweißkörpern zu suchen ist, in den sogenannten Stoffwechselprodukten dem Kote beigemengt werden. Ferner findet man in den Ausdünstungen der Haut und in der Atemluft stets etwas Ammoniak, dessen tägliche Menge z. B. nach Untersuchungen von Grouven[2]) beim Ochsen 0,38, beim Esel 0,22 und beim Schaf 0,035 g Stickstoff gleichkommt. Auch im Schweiße, der in seiner Zusammensetzung ja dem Harn ziemlich nahe steht, kann Stickstoff zu Verluste gehen, in beachtenswerter Menge jedoch nur dann, wenn die Tiere, etwa infolge starker Muskelarbeit, wirklich schwitzen. Unter gewöhnlichen Verhältnissen besitzt die Sekretion durch die Haut sicherlich einen so geringen Umfang, daß die kleinen Mengen Stickstoff, welche hierbei aus dem Körper austreten, unbedenklich vernachlässigt werden können. Nach allem diesem findet sich der weit überwiegende Teil der stickstoffhaltigen Endprodukte des Stoffwechsels im Harn vor. Der **Stickstoffgehalt des Harns bildet somit ein Maß für die Größe des Zerfalls stickstoffhaltiger Stoffe.**

[1]) E. Bischoff, Zeitschrift für Biologie 3. Bd., 1867, S. 309 und F. Stohmann, Biologische Studien, 1873, S. 150.

[2]) Grouven, Physiol.-chem. Fütterungsversuche, 2. Bericht 1864, S. 110 u. 235.

Der Weg, welchen man bei der Untersuchung des Umsatzes und Ansatzes von Stickstoffsubstanz bezw. Eiweiß einzuschlagen hat, ist durch das Vorstehende bereits deutlich vorgezeichnet. Es ist zunächst der Stickstoffgehalt der Nahrung, des Kotes und des Harnes gesondert zu ermitteln. Man hat dabei, wie schon bei den einfachen Ausnützungsversuchen, dafür Sorge zu tragen, daß die Ausscheidungen des Tieres auch wirklich der verzehrten Nahrung entsprechen und ein Einfluß des voraufgegangenen Futters auf die Menge und Beschaffenheit des Kotes und Harns nicht mehr besteht. Damit dieser Forderung Genüge geschieht, hat man die Versuchsration vor Beginn der eigentlichen Untersuchungen solange zu reichen, bis der Stickstoffgehalt des Harns volle Gleichmäßigkeit erlangt hat. Für diese Übergangszeit läßt sich eine bestimmte für alle Verhältnisse geltende Frist nicht angeben, indem je nach der Verschiedenheit des Nährstoffgehaltes zweier nacheinander verfütterter Rationen und je nach dem Ernährungszustande des Tieres bald kürzere, bald längere Zeit vergeht, bevor die erforderliche Gleichmäßigkeit des Stickstoffumsatzes eintritt (s. w. u. Kap. 4). Es bleibt somit nichts anderes übrig, als einige Tage nach vollzogenem Übergang zur Versuchsration den Stickstoffgehalt des Harns täglich zu ermitteln und auf diese Weise den Zeitpunkt festzusetzen, von welchem an die frühere Nahrung nicht mehr nachwirkt. Es kann dies zuweilen schon in 5—8 Tagen, manchmal aber erst nach 10—20 Tagen nach dem Futterwechsel erreicht sein. — Um die täglichen Schwankungen der Harn- und Kotausscheidung aus dem Ergebnis des Versuchs möglichst auszuschalten, hat man ferner die eigentlichen Untersuchungen auf 10—14 Tage und länger auszudehnen. Die so ermittelte durchschnittliche Ausgabe an Stickstoff im Harn und Kot bildet dann ein zuverlässiges Maß für diese Berechnung des Fleischansatzes und des Umsatzes an Stickstoffsubstanz. Es sei z. B. bei Versuchen mit Ochsen gefunden worden:

Versuch 1.

Einnahmen im Futter:	Stickstoff
7,0 kg Wiesenheu	104,23 g
2,5 „ Trockenschnitzel . .	29,12 „
3,0 „ Roggenkleie . . .	86,12 „
Summe der Einnahmen	219,47 g
Ausgaben:	
Im Kot[1])	84,17 g
Mithin verdaut	135,20 g
Im Harn	122,54 „
In den Einnahmen mehr (+) oder weniger (—) als in den Ausgaben	+ 12,76 g

Versuch 2.

Einnahmen im Futter:	Stickstoff
9 kg Wiesenheu	109,40 g
Ausgaben:	
Im Kot[1])	57,66 g
Mithin verdaut	51,74 g
Im Harn	65,57 „
In den Einnahmen mehr (+) oder weniger (—) als in den Ausgaben	— 13,83 g

[1]) Da der Kot flüchtige Stickstoffverbindungen enthält, welche beim Trocknen verloren gehen, so muß bei den Versuchen über den Ansatz und Umsatz frischer Kot, und zwar täglich, zur Stickstoffbestimmung verwendet werden (s. O. Kellner, Landw. Versuchsstationen 47. Bd., 1896, S. 289).

Im 1. Versuch war hiernach (135,30 × 6,25) = 845,5 g Stickstoffsubstanz verdaut worden, wovon nach der Ausscheidung im Harn (122,54 × 6,25) = 765,2 g der Zersetzung anheimfielen; den Rest der Stickstoffsubstanz in der Höhe von 79,7 g war zur Fleischbildung verwandt und im Betrage von 12,76 g Stickstoff zum Ansatz gelangt. Da nach den Untersuchungen von A. Köhler[1]) die asche- und fettfreie Fleischtrockensubstanz 16,67% Stickstoff enthält, so stellt sich der Ansatz von wasser-, fett- und aschefreiem Fleisch auf (12,76 × 6) = 76,6 g. Frisches mageres Fleisch enthält 77% Wasser, wonach der tägliche Zuwuchs 333,2 g wasserhaltiges Fleisch betrug.

Der 2. Versuch bietet ein anderes Bild. Hier waren an Stickstoffsubstanz nur 323,4 g verdaut, dagegen, wie die Harnausscheidung lehrt, 409,8 g zersetzt worden. Die Mehrzersetzung von 86,4 g beweist, daß das Tier mit dem ihm zugeführten Rohprotein nicht auskam und daher noch Stickstoffsubstanz aus seinem Leibe zuschießen mußte. Dieser Verlust vom Körper stellte sich auf 13,83 g Stickstoff = 83,0 g fett- und aschefreie Fleisch-Trockensubstanz oder 361,0 g frisches Fleisch.

2. Bei der **Untersuchung des Kohlenstoffumsatzes und -ansatzes** kommen nicht bloß die Ausscheidungen durch Kot und Harn, sondern auch die gasförmigen Produkte in Betracht, welche den Körper durch die Haut, die Lunge und den Darm verlassen. Es würde hier also nicht genügen, nur den Kohlenstoffgehalt des Harnes und Kotes neben dem des Futters zu ermitteln, sondern es müssen auch Vorkehrungen getroffen werden, die sehr großen Mengen Kohlenstoff genau zu messen, welche sowohl von der Lunge und der Haut, wie durch den Rachen und den After in die umgebende Luft übergehen und ihrer Hauptmenge nach aus Kohlensäure, zum kleineren Teile aus dem bei der Gärung des Futters im Magen und Darm sich bildenden Methan (S. 25) bestehen. Diesem Zwecke dienen besondere Vorrichtungen von verschiedener Konstruktion, unter denen der Pettenkofersche[2]) und der von N. Zuntz[3]) nach dem Reisetschen Prinzipe konstruierte Respirationsapparat, sowie das dem Atwaterschen Muster für größere landwirtschaftliche Nutztiere von H. P. Armsby und O. Hagemann angepaßte Respirationskalorimeter bei der Untersuchung des Stoffwechsels landwirtschaftlicher Nutztiere mit gutem Erfolg Verwendung gefunden haben.

Der Pettenkofersche Respirationsapparat stellt einen aus geschmiedeten Eisenplatten luftdicht zusammengefügten Stallkasten dar, der zur Aufnahme des Tieres bestimmt und daher mit einer dicht schließenden massiven Tür sowie mit einer von außen zu öffnenden Krippe und mit luftdicht eingekitteten Seitenfenstern versehen ist; derselbe erhält Luft nur durch zwei zu beiden Seiten der Tür angebrachte regulierbare Öffnungen zugeführt. Mittels eines vom Kasten ausgehenden, weiten gußeisernen Rohres, welches mit einem fortgesetzt wirkenden,

---

[1]) Zeitschrift für physiol. Chemie 31. Bd., 1901, S. 499.
[2]) Annalen der Chemie und Pharm. 2. Suppl., 1862 und 1863, S. 1.
[3]) Die Umschau, 15. Jahrg., 1911, Nr. 5, S. 92.

von Maschinenkraft getriebenen Ventilator in Verbindung steht, wird ein Luftstrom in gleichmäßiger Geschwindigkeit durch die beiden am Kasten befindlichen Öffnungen durch den Kasten und das Rohr hindurchgesaugt und zwar in einer Menge, die sich mit Hilfe des Ventilators beliebig regeln läßt. Zwischen dem Kasten und dem Ventilator wird die abströmende Luft durch ein genau gearbeitetes Gasmeßinstrument (Gasuhr) geleitet und darin gemessen. Auf diese Weise ist man imstande, das im Stallkasten aufgestellte Tier mit einem gleichbleibenden Strome frischer Luft zu versehen, sämtliche gasförmigen Stoffwechselprodukte zu entfernen, sowie die Menge der Luft zu messen, welche durch den Kasten hindurchgesaugt wird. Bei der hinreichend starken Durchlüftung des Stallkastens ist es ausgeschlossen, daß die Ausscheidungsprodukte des Tieres auf einem anderen Wege als durch das Absaugerohr entweichen.

Neben diesen Einrichtungen, welche die Feststellung der das Tier umspülenden Luftmengen bezwecken und Verluste von gasförmigen Stoffwechselprodukten wirksam verhindern, besteht an dem Respirationsapparat ein System von Röhren und Gefäßen, welche der Entnahme und Untersuchung von Teilproben der in den Stallkasten ein- und aus demselben abströmenden Luft dienen. Vier von der Maschine in Bewegung gesetzte Quecksilberpumpen entnehmen durch eine verzweigte Röhre ununterbrochen Proben der in den Kasten eintretenden Luft, drücken dieselbe zuerst durch lange, annähernd horizontal gelagerte, mit Barytwasser gefüllte Glasröhren, in welchen die präfomiert vorhandene Kohlensäure quantitativ zurückgehalten wird, und treiben die nunmehr kohlensäurefreie Luft durch kleine Gasmesser, welche das Volumen derselben registrieren. Jede der vier Quecksilberpumpen führt einem Untersuchungssystem der eben beschriebenen Art das erforderliche Material an Luft zu; in zweien dieser Systeme wird nur der Gehalt an Kohlensäure, in den beiden anderen jedoch auch die Menge des in der Luft stets in geringen Mengen vorhandenen, nicht vollständig verbrannten Kohlenstoffs (Methan, Kohlenoxydgas) ermittelt und zwar nachdem die Luft behufs Verbrennung dieser Verbindungen durch glühende, mit platiniertem Kaolin oder Platinschwamm beschickte Röhren geleitet worden ist. Die geglühte Luft gibt dann etwas mehr Kohlensäure an das Barytwasser ab, als die nicht geglühte, aus welcher Differenz sich die Menge des in den genannten Verbindungen enthaltenen Kohlenstoffs berechnen läßt. Aus dem so in den Teilproben ermittelten Gehalt wird die im gesamten Luftstrom in beiden Formen vorhandene Menge Kohlenstoff durch einfache Rechnung gefunden. — Genau in derselben Weise, wie hier die in den Stallkasten eintretende Luft analysiert wird, findet auch die Untersuchung der mit den gasförmigen Ausscheidungsprodukten beladenen, aus dem Stallkasten austretenden Luft statt; auch hier werden vier Teilproben gesondert analysiert, zwei ohne vorausgehende Verbrennung, zwei nach der Überführung des Methans und anderer verbrennbarer Kohlenstoffverbindungen in Kohlensäure.

Auf diese Weise gelingt es, den Gehalt des gesamten Luftstromes vor und nach dem Durchgang durch den Stallkasten festzustellen. Zieht man dann den Betrag an Kohlenstoff in beiden Formen, welche man in der einströmenden Luft

ermittelt hat, von dem Gehalte der ausströmenden Luft ab, so findet man — unter Anwendung kleiner Korrekturen für das Öffnen der Krippe und für den am Schlusse des Versuchs im Kasten verbleibenden Rest ausgeatmeter Produkte — die Menge Kohlensäure und Methan, welche das Tier während der Beobachtungszeit ausgegeben hat. Selbstverständlich darf es nie unterlassen werden, die einzelnen Teile des Apparates wie seine Gesamtleistung vor und zwischen den Tierversuchen zu kontrollieren, wobei man gewöhnlich in dem Stallkasten Kerzen von bekanntem Kohlenstoffgehalt verbrennt und die Menge der so erzeugten Kohlensäure in genau derselben Weise bestimmt wie bei den Versuchen mit den Tieren. Bei sorgfältiger Arbeit findet man von 100 Teilen aus den Kerzen stammenden Kohlenstoff 99,7—100,3 Teile wieder und erzielt demnach mit dem Apparat eine Genauigkeit der Ergebnisse, die hinter der unserer besten analytischen Methoden nicht zurücksteht. Da der Apparat so eingerichtet ist, daß die darin aufgestellten Tiere sich unter ganz normalen Verhältnissen befinden, so muß er als eines der vortrefflichsten Hilfsmittel zur Erforschung des tierischen Stoffwechsels bezeichnet werden.

Der Zuntzsche Respirationsapparat besteht gleichfalls aus einem luftdicht gefügten eisernen Stallkasten, aus dem die von den Tieren ausgeatmete Luft abgesaugt und durch einen gekühlten, mit Lauge gefüllten Turm auf besondere Weise gedrückt wird. Die kalte Lauge befreit die Luft vom Wasserdampf und absorbiert die ausgeatmete Kohlensäure. Die auf diese Weise regenerierte Luft wird wieder in den Stallkasten gepumpt. Durch diesen ununterbrochenen Kreislauf atmet das Tier wie im Pettenkoferschen Respirationsapparat ständig in einer reinen Atmosphäre. Um nun den Sauerstoff, der bei den im tierischen Organismus stattfindenden Verbrennungsprozessen verbraucht wird, zuzuführen, wird aus einer Bombe reiner Sauerstoff in den Respirationsapparat geleitet. Durch Untersuchung der Kastenluft zu Beginn und am Ende des Versuches auf vorhandene Kohlensäure und Sauerstoff, durch Ermittlung der Kohlensäureabsorption im Laugenturm, sowie durch Feststellung der eingeleiteten Menge Sauerstoff läßt sich neben der Kohlensäureausscheidung auch der Sauerstoffverzehr ermitteln.

Hat man ermittelt, wieviel Kohlenstoff und Stickstoff in einem gegebenen Falle zum Ansatz gelangt ist, so läßt sich aus dem im Körper zurückgehaltenen Stickstoff in schon beschriebener (S. 72) Weise der Fleischansatz und die Menge des in letzterem enthaltenen Kohlenstoffs berechnen; für 100 Teile wasser-, fett- und aschefreies Fleisch bringt man z. B. bei Versuchen mit Rindern nach den Analysen A. Köhlers[1]) 52,54 Teile Kohlenstoff in Anrechnung. Zieht man dann diesen Betrag von dem gesamten Kohlenstoffansatz ab, so erhält man diejenige Menge, welche in der Form stickstofffreier Substanz im Körper niedergelegt worden sein muß. Da nun weiter unter den beiden stickstofffreien Bestandteilen des Tierkörpers — Fett und Glykogen — das letztere niemals über einen gewissen, 1 % des Lebendgewichts nicht erreichenden Betrag hinaus in den Organen

[1]) Zeitschrift für physiol. Chemie 31. Bd., 1901, S. 499.

vorgefunden wird, und diese Menge auch niemals in einem Versuch neugebildet wird, weil ja die Tiere schon glykogenhaltig zum Versuche kommen, so muß der erwähnte Kohlenstoffrest fast ausschließlich in der Form von Fett angesetzt werden. Es ist daher gerechtfertigt, diesen Betrag auf Fett zu berechnen, und es geschieht dies unter Zugrundelegung der sehr übereinstimmenden Zusammensetzung der tierischen Fette, welche durchschnittlich 76,5% Kohlenstoff enthalten.[1])

Wie derartige Rechnungen ausgeführt werden und die Ergebnisse eines Versuchs der beschriebenen Art zur Darstellung gelangen, wird ein Beispiel zeigen, welches die Durchschnittszahlen eines 14tägigen Experiments mit 4 Respirationsversuchen von je 24stündiger Dauer zusammenfaßt.[2]) Es betrugen die täglichen Einnahmen und Ausgaben eines volljährigen Ochsens von 664 kg Lebendgewicht an Stickstoff und Kohlenstoff:

	Stickstoff	Kohlenstoff
A. Einnahmen:		
4,359 kg Wiesenheu	69,96 g	2010,8 g
3,516 „ Trockenschnitzel	50,95 „	1572,0 „
0,870 „ Roggenkleie	27,50 „	408,6 „
0,270 „ Klebermehl	36,06 „	138,4 „
3,242 „ Stärkemehl	2,01 „	1442,0 „
36,09 „ Tränkwasser	—	2,7 „
Summe der Einnahmen	186,47 g	5574,5 g
B. Ausgaben:		
3,443 kg Kot	106,55 „	1609,6 „
7,005 kg Harn { organische Substanz und Karbonate	72,69 „	166,6 „
7,005 kg Harn { freie und halbgebundene Kohlensäure	—	4,3 „
Gasförmige Ausscheidungen	—	3111,5 „
Summe der Ausgaben	179,24 g	4892,0 g
Im Körper angesetzt	7,23 „	682,5 „

Die 7,23 g angesetzten Stickstoffs entsprechen 7,23 × 6 = 43,4 g Fleischtrockensubstanz mit 22,8 g Kohlenstoff; für den Fettansatz bleiben somit (682,5 — 22,8) = 659,7 g Kohlenstoff übrig, welche gleich sind 862,4 g Fett. Das verabreichte Futter hatte somit einen Ansatz von 43,4 g Fleischtrockensubstanz und 862,4 g Fett bewirkt.

Bevor man zur Ausführung derartiger Versuche schreitet, hat man die zu benützenden Tiere vollständig an die Versuchseinrichtungen zu gewöhnen, weil jede Beunruhigung, jede Anstrengung der Tiere bei längerem Stehen, unregelmäßiger Futterverzehr während der Respirationsversuche und ähnliche Umstände die Er-

---

[1]) E. Schulze und A. Reinecke, Landw. Versuchsstationen 9. Bd., 1867, S. 97.

[2]) Landw. Versuchsstationen 53. Bd., 1900, S. 41. Futter und Kot sind als Trockensubstanz angegeben.

gebnisse der mühevollen Untersuchungen völlig in Frage stellen können. Die Tiere müssen daher soweit gebracht werden, daß sie sich im Kasten des Respirationsapparates ebenso wohlfühlen wie in ihren gewöhnlichen Ständen. Im übrigen gelten betreffs der Dauer der vorbereitenden Fütterung, der Futtermengen und der quantitativen Aufsammlung des Kotes und Harnes dieselben Vorschriften, wie bei den Versuchen über die Verdaulichkeit des Futters (S. 36) und den Stickstoffumsatz (S. 71). Wegen der Schwankungen in den Ausscheidungen, die bei der Feststellung des Kohlenstoffumsatzes besonders fühlbar werden, und um genügenden Spielraum für 3—6 Respirationsversuche zu gewinnen, muß man die quantitativen Untersuchungen des Harns und Kotes auf mindestens 12, zuweilen auf 18—20 Tage ausdehnen. Die Bestimmung des Kohlenstoffs in den gasförmigen Ausscheidungen muß stets auf einen Zeitraum von 24 Stunden ausgedehnt werden, weil die Kohlensäureausscheidung großen zeitlichen Schwankungen unterworfen ist, die von der Verteilung der Mahlzeiten abhängen.[1]) Manche Futterbestandteile werden sehr rasch verdaut und umgesetzt, weshalb der Kohlenstoffgehalt in den gasförmigen Ausscheidungen unmittelbar nach jeder Fütterung rasch ansteigt, um nach einiger Zeit wieder auf einen niedrigen Stand abzusinken. Demgemäß ist auch auf die Gleichmäßigkeit der Verteilung der Tagesration auf die einzelnen Mahlzeiten und auf Einhaltung ganz bestimmter Futterzeiten das größte Gewicht zu legen.

Benutzt man zu den Versuchen den Zuntzschen Respirationsapparat, so läßt sich neben dem Kohlenstoffumsatz auch die Sauerstoffbilanz aufstellen, die nicht nur den Kohlenstoffumsatz zu kontrollieren erlaubt, sondern auch manchen wertvollen Einblick in den Ablauf der Umsetzung im tierischen Organismus gewährt. Hat man den Sauerstoffverzehr ermittelt, so kann man ferner zum Studium der Stoffzersetzung im Tierkörper die sogenannten **respiratorischen Quotienten** aufstellen. Es sind dies Zahlen, welche das Volumverhältnis zwischen der ausgeatmeten Kohlensäure und dem gleichzeitig verbrauchten Sauerstoff angeben. Diese Quotienten sind bei den einzelnen Nahrungsstoffen verschieden. Verbrennt z. B. 1 g Fett im Körper vollständig, so werden dabei 2,0192 l Sauerstoff verbraucht und 1,4273 l Kohlensäure ausgeschieden.[2]) Das Verhältnis zwischen den beiden Gasen wäre also $\frac{1,4273}{2,0192} = 0,707$; letztere Zahl wird als respiratorischer Quotient des Fettes bezeichnet. Bei vollständiger Oxydation von 1 g Stärkemehl wird 0,8287 l Sauerstoff benötigt, und genau ebensoviel Kohlensäure erzeugt; der Quotient ist hier, wie für alle Kohlenhydrate, gleich 1. Für die Eiweißkörper hat M. Rubner[3]) bei Untersuchungen mit Hunden die Zahl auf 0,781, N. Zuntz[4]) bei Versuchen mit Pferden auf 0,765 berechnet. Da hiernach die Quotienten ziemlich auseinander liegen, so läßt sich mit Hilfe

[1]) Henneberg, Neue Beiträge usw., 1870, S. 155.

[2]) 100 g Fett = 76,54 g Kohlenstoff, 12,01 g Wasserstoff und 11,45 g Sauerstoff.

[3]) Zeitschrift für Biologie 21. Bd., 1885, S. 364.

[4]) Landw. Jahrbücher 27. Jahrg. 1898, Ergänzungsband S. 240.

derselben aus dem jeweilig beobachteten Gaswechsel eines Tieres berechnen, welche der drei Nährstoffgruppen und wieviel von jeder in der Beobachtungszeit an dem Stoffwechsel teilgenommen hat. Voraussetzung für eine solche Rechnung ist freilich, daß auch die Stickstoffausscheidung im Harn ermittelt wird, damit man zunächst den Teil des Sauerstoffverbrauchs und der Kohlensäureproduktion feststellen kann, welcher auf zersetztes Eiweiß entfällt. Diese letztere Menge hat man zunächst von dem gesamten Kohlensäure- und Sauerstoffbetrage abzuziehen und den Rest dann mit Hilfe der respiratorischen Quotienten auf Fett und Kohlenhydrat zu verteilen.[1])

3. **Der Energieumsatz** der Tiere kann auf zweierlei Weise bestimmt werden, direkt durch Messung der produzierten Wärme und indirekt durch Berechnung aus den Wärmewerten der stofflichen Einnahmen und Ausgaben.

Bei dem ersteren Verfahren kommen besondere Apparate in Anwendung, die Tierkalorimeter, die in ihrem Konstruktionsprinzip einem Luftthermometer gleichen, dessen Kugel den zu beobachtenden Gegenstand umschließt. Neuerdings sind Apparate dieser Art von M. Rubner[2]) sowie von W. O. Atwater[3]), E. B. Rosa und F. G. Benedict mit Respirationsapparaten verbunden worden und dienen in dieser Form gleichzeitig zur Messung des Energie-

---

[1]) Ein Beispiel möge diese Rechnungsweise erläutern. Gesetzt, es sei der Gaswechsel eines Fleischfressers während einer Zeit von 15 Minuten beobachtet und dabei gefunden worden,

daß die Kohlensäureproduktion . . . . 5,131 l
und der Sauerstoffverbrauch . . . . 5,951 l

betragen habe. Die 24stündige Stickstoffausscheidung sei auf 15,36 g festgestellt. Auf die Beobachtungsdauer von 15 Minuten entfällt dann eine Stickstoffmenge von 0,16 g = 1 g Eiweiß, welches bei seinem Zerfall 0,73 l Kohlensäure liefert und 0,94 l Sauerstoff verbraucht. Zieht man diese Menge von dem obigen Betrage des Gaswechsels ab, so bleiben für zersetztes Kohlenhydrat und Fett

eine Kohlensäureproduktion von 4,401 l
ein Sauerstoffverbrauch von . 5,011 l.

Der respiratorische Quotient stellt sich hiernach auf 0,878 und zeigt an, da er unter 1 (Kohlenhydrat) und über 0,707 (Fett) liegt, daß sowohl Fett wie Kohlenhydrat verbraucht worden sind. Bezeichnen wir nun mit x die zur Oxydation des Fettes, und mit 5,011 —x die für die Kohlenhydrate verbrauchte Sauerstoffmenge, so würden, da der respiratorische Quotient für das Fett 0,707 ist, die x Liter Sauerstoff 0,707 x Liter Kohlensäure aus Fett liefern, während die 5,011 —x Liter Sauerstoff, die auf die Kohlenhydrate kommen, ein gleiches Volumen Kohlensäure bilden würden (s. w. o.). Es ist daher die Gleichung zu lösen: $0,707\,x + (5,011 - x) = 4,401$. Die Auflösung ergibt für x, also für die vom Fett verbrauchte Sauerstoffmenge den Betrag von 2,082 l; auf die Kohlenhydrate kommen darnach $5,011 - 2,082 = 2,929$ l Sauerstoff. Da nun 1 g Fett (s. w. o.) 2,0192 und 1 g Kohlenhydrat 0,8287 l Sauerstoff benötigen, so hat das Tier im angegebenen Zeitraum 1,031 g Fett und 3,534 g Kohlenhydrat neben 1 g Eiweiß zersetzt.

[2]) Zeitschrift für Biologie 30. Bd., 1894, S. 91.

[3]) U. S. Department of Agriculture, Office of Exp. Stations, Bulletin No. 63 und 69.

verbrauchs, sowie des Stoffumsatzes. Ferner haben H. P. Armsby und O. Hagemann, wie bereits erwähnt, das Atwatersche Tierkalorimeter in Dimensionen gebaut, daß auch Versuche mit größeren landw. Nutztieren (Ochsen, Pferde usw.) damit zur Ausführung gebracht werden können. Um nur in allgemeinen Umrissen die Grundsätze anzudeuten, nach denen diese Apparate gebaut sind, sei hier angegeben, daß das Rubnersche Respirations-Kalorimeter einem Pettenkoferschen Respirationsapparat gleicht, dessen Stallkasten doppelwandig und unter Einschaltung eines Isolierraumes mit einem Wassermantel umgeben ist; besonders konstruierte Temperatur- und Gasdruckregulatoren sorgen dafür, daß der Inhalt des Wassermantels, welcher den ganzen Apparat umschließt, auf konstanter Temperatur erhalten wird. Der mit Luft ausgefüllte Raum, welcher sich zwischen den Doppelwandungen des Stallkastens befindet, steht durch eine Röhre in Verbindung mit einem sogenannten Volumeter, d. i. einer durch Petroleum abgesperrten ausbalanzierten Glocke, welche sich hebt oder senkt, je nachdem sich das Volumen der Luft zwischen den Doppelwandungen des Stallkastens ausdehnt oder zusammenzieht. Bringt man nun in den innersten Raum des Apparates als Wärmequelle ein Tier, so zeigt das Volumeter alsbald Änderungen in seinem Stande, welche registriert werden und auf Grund vorangegangener Eichungen ein genaues Maß der entwickelten Wärme liefern. Ein besonderer Korrektionsapparat aus 4 dünnwandigen untereinander verbundenen kupfernen Hohlkörpern, welche in den Wassermantel versenkt sind und ebenfalls mit einem Volumeter in Verbindung stehen, gestattet es, die durch Luftdruckschwankungen und kleine Temperaturveränderungen im Wassermantel hervorgerufenen äußeren Einflüsse ohne weiteres zu erkennen und bei Feststellung der Versuchsergebnisse zu berücksichtigen. — Im übrigen wird bei Versuchen mit Tieren genau so wie bei Untersuchungen mittels des Pettenkoferschen Respirationsapparates durch den Innenraum des Kalorimeters ein gleichmäßiger Strom von Luft gesaugt, welcher jedoch vor seinem Eintritt in das Kalorimeter von Wasserdampf befreit und auf eine bestimmte, immer gleiche Temperatur gebracht wird. Empfindliche Thermometer, welche an der Luftzufluß- und -abflußstelle angebracht sind, gestatten den Wärmegrad der ein- und ausströmenden Luft zu messen. Letztere tritt auch hier in eine große Gasuhr ein, welche ihre Volumen registriert, während Teilproben der Luft vor und nach ihrem Durchfluß durch den Apparat auf Wassergehalt und gasförmige Kohlenstoffverbindungen untersucht werden. Die Gesamtwärmeproduktion erhält man, wenn man die an das Kalorimeter übertragene Wärme, ferner den Verlust in der abströmenden Luft und die latente Wärme des vom Tier ausgegebenen Wasserdampfes summiert. Trotz seiner komplizierten Einrichtung arbeitet der Apparat sehr genau, indem nach den Ermittelungen Rubners den Resultaten nur ein wahrscheinlicher mittlerer Fehler von $\pm 0{,}17\%$ anhaftet.

Der zweite indirekte Weg zur Feststellung des Energieumsatzes hat zur Voraussetzung, daß die stofflichen Einnahmen und Ausgaben des Tieres quantitativ festgestellt worden sind. Er kann daher nur dann beschritten werden, wenn durch Untersuchung des Futters, Tränkwassers, Kotes, Harns und der gas-

förmigen Ausscheidungen der Stickstoff- und Kohlenstoffumsatz und -ansatz bekannt sind. Ist dies der Fall, so hat man nur die Verbrennungswärme (S. 65) des Futters, Kotes und Harns zu ermitteln, um den Energieverbrauch berechnen zu können. Für das Methan setzt man den bereits bekannten Wärmewert (1 g = 13344 cal) ein. Zur Illustration dieses Verfahrens möge das folgende Beispiel dienen, welches sich mit dem früher (S. 75) angeführten Stoffwechselversuch deckt.[1])

Einnahmen.

4359 g Wiesenheu,	1 g = 4395,1 cal	19158,2 Cal
3516 „ getr. Schnitzel,	1 „ = 4204,2 „	14782,0 „
870 „ Roggenkleie,	1 „ = 4640,7 „	4037,4 „
270 „ Klebermehl,	1 „ = 5513,2 „	1488,6 „
3242 „ Stärkemehl,	1 „ = 4152,5 „	13462,4 „
	Summe der Einnahmen	52928,6 Cal

Ausgaben.

3443 g Kot, 1 g = 4622,7 cal	15915,8 Cal
575,1 „ Harntrockensubstanz, 1 g = 2932,0 cal	1686,2 „
253,5 „ Methan, 1 g = 13344 cal	3382,7 „
Summe der Ausgaben	20984,7 Cal
Überschuß der Einnahmen über die Ausgaben, d. i. nutzbare Energie	31943,9 Cal
Zur Erhaltung des 638,1 kg schweren Tieres	17320,3[2]) „
Mithin für die Produktion verfügbar	14623,6 Cal

Zum Ansatz gelangte:

43,4 g Fleisch, 1 g = 5678 cal	246,4 Cal	
862,4 „ Fett, 1 „ = 9500 „	8192,8 „	
Insgesamt		8439,2 Cal

Angesetzt in Prozenten der für die Produktion verfügbaren Energie 57,7 „

Wenn man derartige Versuche mit verfügbaren Zulagen zu einem und demselben Grundfutter ausführt und bei der allgemeinen Verabreichung des letzteren den Stoff- und Energieumsatz ebenfalls in der angegebenen Weise feststellt, so erhält man die Grundlagen, aus denen sich ein Urteil über die Verwertung der einzelnen Zulagen ableiten läßt. Der einzige Faktor, welcher außer den Futterzulagen innerhalb einer solchen, länger andauernden Versuchsreihe wechselt, ist die Organmasse des Tieres, deren Größe den jeweiligen Erhaltungsbedarf bestimmt, und deren Einfluß auf den Energiebedarf daher gesondert festgestellt werden muß.

Das eben beschriebene Verfahren zur Feststellung des Energieumsatzes hat zur Voraussetzung, daß das **Gesetz von der Erhaltung der Kraft**, dessen Gültigkeit für die chemischen und physikalischen Zustände der leblosen Materie be-

---

[1]) Landw. Versuchsstationen 53. Bd., 1900, S. 52.

[2]) Mittel mehrerer Versuche mit gleichen Tieren.

wiesen ist, auch die Vorgänge in der lebenden Substanz des tierischen Organismus beherrscht. Obgleich die Richtigkeit dieser Annahme große Wahrscheinlichkeit für sich hat, so muß doch zugegeben werden, daß die Eigenschaften der lebenden Materie von denen der toten in wesentlichen Punkten abweichen, und es daher wissenschaftlich nicht gerechtfertigt wäre, die energetischen Vorgänge in beiden ohne Beweis als demselben Gesetz unterworfen zu betrachten. Es war daher nicht bloß logisch gerechtfertigt, sondern von grundlegender Bedeutung, experimentell festzustellen, ob hier ein Unterschied besteht. Der Erste, welcher diese Aufgabe in einwandfreier Weise löste, war M. Rubner[1]). Derselbe bestimmte an Hunden, teils bei vollständiger Nahrungsentziehung, teils bei Zufuhr von Fleisch und Fett einerseits die Wärmeproduktion mit Hilfe seines Respirations-Kalorimeters, andrerseits ermittelte er die Einnahmen und Ausgaben an Stickstoff und Kohlenstoff. Aus letzteren Werten berechnete er, wieviel Fleisch und Fett von dem Tiere zersetzt wurde, und welches Quantum Energie diesen Stoffen innewohnte. Er gelangte hierbei zu folgenden Zahlen für die Wärmeproduktion:

Art der Nahrung	Dauer des Versuchs Tage	Wärmeproduktion direkt gemessen Cal	Wärmeproduktion aus dem Stoffverbrauch berechnet Cal	Differenz in %
Hunger	5	1305,1	1296,3	+0,69
Desgl.	2	1056,6	1091,2	—3,15
Fett	5	1495,3	1510,1	—0,97
Fleisch und Fett . .	8	2488,0	2492,4	—0,17
Desgl.	12	3958,4	3985,4	—0,68
Fleisch	6	2276,9	2249,8	—1,20
Desgl.	7	4769,3	4780,8	—0,24
	Durchschnitt			—0,32

Noch eingehendere und genauere Untersuchungen über diese wichtige Frage verdanken wir Atwater und Benedict[2]), sowie H. P. Armsby[3]), welche teils mit Menschen, teils mit Ochsen experimentierten und die Wärmeproduktion ebenfalls direkt feststellten, sich aber bei der Ermittlung des Wärmewertes der Einnahmen und Ausgaben nur direkter Methoden bedienten; mit alleiniger Ausnahme der Zu- oder Abnahme an Körpersubstanz, deren Wärmewert auf dem Wege der Rechnung gefunden werden mußte, beruhen alle Daten dieser Untersuchungen auf direkter Messung. Die Beobachtungen von Atwater und Benedict erstreckten sich ferner auf Ruhe- und Arbeitsperioden und ziehen daher noch ein weiteres Gebiet energetischer Vorgänge in ihr Bereich. Im Durchschnitt wurden folgende Werte erzielt:

[1]) Zeitschrift für Biologie 30. Bd., 1894, S. 73.

[2]) U. S. Department of Agriculture, Office of Exp. Stations, Bulletin No. 136. Ergebnisse der Physiologie 3. Jahrg., 1. Abt. 1904, S. 614.

[3]) Journal of the American chemical Society, 35. Bd., S. 1794.

	Ruhe	Arbeit
Zahl der Einzelversuche	22	23
Wärmeproduktion		
direkt gemessen	2273 Cal	4549 Cal
aus dem Stoffverbrauch berechnet	2266 „	4556 „
Differenz	7 Cal	7 Cal

Dieselbe Übereinstimmung zwischen der direkt gemessenen und aus dem Stoffverbrauch berechneten Energie fand H. P. Armsby bei 57 Versuchen mit Ochsen. Im Mittel dieser Untersuchungen betrug die Differenz zwischen der beobachteten und der berechneten Wärmemenge nur $+0{,}4\,\%$.

Das Gesetz von der Erhaltung der Kraft gilt somit auch für den tierischen Organismus. Behufs Feststellung des Energieumsatzes braucht man daher nicht unbedingt die Wärmeproduktion direkt zu messen, sondern man gelangt ebenso sicher ans Ziel, wenn man den Wärmewert der stofflichen Einnahmen und Ausgaben, sowie den Zuwachs bezw. Verlust von Fleisch und Fett am Körper bestimmt. Der Respirationsversuch in Verbindung mit Bestimmungen des Wärmewertes im Futter, Kot und Harn liefert somit vollkommen zuverlässige Unterlagen für die Beurteilung des gesamten Stoff- und Kraftumsatzes, und auch aus den respiratorischen Quotienten lassen sich innerhalb der früher (S. 76) angegebenen Grenzen wertvolle Aufschlüsse über diese Verhältnisse gewinnen.

3. Der nutzbare Teil der verdauten Nahrung.

a) Eiweißstoffe.

Durch die Verdauungsfermente und Mikroorganismen, welche im Magen und Darm auf das Futter einwirken, werden, wie wir (S. 25 und 28) gesehen haben, tiefeingreifende Veränderungen der Futterbestandteile herbeigeführt, die auch für die Verwertung der Nahrung von Bedeutung sind. Würde das verdauliche Eiweiß des Futters vom Magensaft nur in Albuminosen und Peptone verwandelt und andere Produkte überhaupt nicht gebildet, so würden rücksichtlich der Verwertung des verdauten Eiweißes nur die Wärmetönungen in Frage kommen, die bei der Quellung, Spaltung und Auflösung dieses Nährstoffes auftreten. Ein beträchtlicher Teil des Nahrungseiweißes entzieht sich jedoch namentlich bei der Zufuhr gewisser pflanzlicher Futterstoffe, der Rauhfutter- und Stroharten, der Magenverdauung und wird durch die Fermente der Bauchspeicheldrüse und des Darmsaftes, sowie durch Bakterien in Stoffe zerlegt, die zum Teil nicht weiter verwertet werden. Als Zeugen dieser Fäulnisvorgänge findet man im Harn besonders der Pflanzenfresser (Wiederkäuer und Pferd) reichliche Mengen von Phenol und Kresol, ferner Indol, Skatol usw., welche Stoffe größtenteils mit Schwefelsäure gepaart als Ätherschwefelsäuren an Kali und Natron gebunden in den Harn übergehen.[1]) Auch im Kote werden Zersetzungsprodukte dieser Art ausgeschieden.

---

[1]) A. Baumann, Zeitschrift für physiol. Chemie 1. Bd., 1877, S. 60; H. Tappeiner, Zeitschrift für Biologie 20. Bd., 1884, S. 215.

Die erwähnten Gärungs- und Fäulnisprozesse führen ferner zu einer Abspaltung gasförmiger Produkte, unter denen Methan, Wasserstoff und Schwefelwasserstoff neben Kohlensäure gefunden worden sind, und zwar in Mischungsverhältnissen, die je nach dem Ort des Verdauungskanales, an welchem sich diese Gase ansammeln, jedenfalls auch je nach der Art der Nahrung, großem Wechsel unterworfen sind.[1]) Da man das Auftreten dieser Gase auch bei Fleischnahrung beobachtet hat, so ist es sehr wahrscheinlich, daß auch die Eiweißstoffe unter Bildung solcher Produkte zerlegt werden. Indessen scheinen wenigstens beim Pflanzenfresser die Mengen des Methans und Wasserstoffs, die den Proteinsubstanzen entstammen, so gering zu sein, daß sie bei Untersuchungen über den Stoffumsatz der quantitativen Bestimmung nicht zugänglich sind. So fand der Verfasser[2]) in 5 Versuchen mit Schnittochsen, denen zu einem vorher in der gleichen Richtung untersuchten Futter verschiedene Mengen des sehr eiweißreichen Klebermehls — bis zu 2 kg pro Tag und Kopf — zugelegt worden waren, an Methan, insgesamt auf die verdauten stickstofffreien Extraktstoffe und die verdaute Rohfaser berechnet,

bei den Rationen mit Kleber 3,77 %
„ „ „ ohne „ 3,80 „

Die Zulage des Proteins zum Futter hatte somit keine Steigerung der Methanbildung zur Folge. — Der andere brennbare Bestandteil mancher Darmgase, der Wasserstoff, scheint beim Wiederkäuer gegenüber dem Methan meistens zurückzutreten. Nach J. A. Fries[3]), welcher in dieser Richtung Beobachtungen mit Ochsen bei Fütterung mit Heu und Leinmehl angestellt hat, war freier Wasserstoff unter den gasförmigen Ausscheidungen überhaupt nicht wahrzunehmen, indem bei der Oxydation der brennbaren Atmungsprodukte zwischen Wasserstoff und Kohlenstoff genau dasselbe Verhältnis (1:2,967) gefunden wurde, wie wenn nur Methan (1:2,976) verbrannt worden wäre; letzteres war also das einzige brennbare Gas unter den Ausscheidungen. Diese Beobachtungen schließen jedoch nicht aus, daß bei anderer Zusammensetzung der Nahrung sich auch größere Wasserstoffmengen bei der Gärung bilden.

Zu den vom Nahrungseiweiß herrührenden Stoffen, welche der Organismus nicht verwerten kann, hat man ferner die stickstoffhaltigen Substanzen zu zählen, welche als Endprodukte des Stoffwechsels im Harn ausgeschieden werden. Unter diesen wiegt bei den Säugetieren der Harnstoff bei weitem vor; neben ihm finden sich geringe Mengen von Ammoniak, Harnsäure, Kreatinin, Xanthinkörpern usw., sowie Hippursäure vor, welch letztere indessen beim Pflanzenfresser ihren Ursprung zum weitaus größten Teile noch unbekannten stickstofffreien Futterbestandteilen verdankt, die zu den Benzolverbindungen gehörig[4]) sich mit einem stickstoff-

[1]) H. Tappeiner, Zeitschrift für Biologie 19. Bd., 1883, S. 228.

[2]) Landw. Versuchsstationen 56. Bd., 1901, S. 149.

[3]) U. S. Department of Agriculture, Bureau of Animal Industry, Bulletin No. 51, 1903. S. 32.

[4]) Th. Pfeiffer, Mitteilungen der landw. Institute der Universität Breslau 2. Bd., 1904, S. 695 und H. Vasiliu, ebenda, 3. Bd., 1906, S. 829.

haltigen Atomkomplex, die Aminoessigsäure, die Benzoylaminoessigsäure (Hippursäure) vereinigen. Alle diese sowie ähnliche im Harn und in den Hautausdünstungen ausgeschiedenen organischen Stoffe sind unvollständig oxydiert; sie liefern bei der Verbrennung Wärme[1]) und bedeuten somit, vom Standpunkte des Energiehaushaltes aus, für den Organismus einen unvermeidlichen Verlust.

Unter den Abfällen, welche bei vollständiger Zersetzung des Nahrungseiweißes im Kot und Harn erscheinen, finden wir, wie schon dargelegt (S. 69), den gesamten Stickstoff wieder, wogegen ein beträchtlicher Teil des Kohlenstoffs und Wasserstoffs in diesen Ausscheidungen fehlt. Bei der Fütterung mit Muskelfleisch stellen sich z. B. beim Hunde die Verhältnisse so, daß in 100 g wasser-, fett- und aschefreier Substanz aufgenommen bezw. ausgeschieden werden:

	Kohlenstoff	Wasserstoff	Stickstoff	Sauerstoff + Schwefel
Im Fleisch	52,0 g	7,30 g	16,36 g	24,34 g
Im Kote und Harn . .	12,8 „	2,9 „	16,36 „	13,5 „
Rest	39,2 g	4,4 g	— g	10,84 g

Vieles spricht nun dafür, daß dieser stickstofffreie Rest größtenteils in der Form von Zucker (Dextrose) abgespalten wird. Man ist ja bei der Untersuchung der Eiweißstoffe mehrfach auf eine Kohlenhydratgruppe gestoßen; man hat festgestellt, daß in der Leber fortgesetzt Zucker erzeugt wird, auch wenn die Nahrung ausschließlich aus Proteinstoffen besteht; es ist ferner Tatsache, daß von solchen Individuen, welche an der sogenannten Zuckerkrankheit (Diabetes mellitus) leiden, selbst dann Zucker im Harn ausgeschieden wird, wenn in der Nahrung nur Eiweiß zugeführt wird; endlich ist nachgewiesen worden, daß bei dieser Krankheit die Menge des Zuckers im Harn, bei vollständiger Entziehung der Kohlenhydrate in der Nahrung, in ziemlich konstantem Verhältnis zu dem Umfange der Eiweißzersetzung (auf 1 Teil Stickstoff 3,75 Teile Dextrose) steht. Nach allem diesem ist es höchst wahrscheinlich, daß bei dem Abbau der Eiweißstoffe in den Geweben Zucker als Zwischenprodukt gebildet, vom gesunden Tiere jedoch alsbald weiter verändert wird. Diese Ansicht hat durch neuere Untersuchungen M. Rubners[2]), auf die hier nicht näher eingegangen werden kann, eine weitere kräftige Stütze erhalten. — Daß im Organismus in der Tat eine Spaltung der Proteinstoffe in einen stickstoffhaltigen und stickstofffreien Teil stattfindet, geht ferner aus Untersuchungen von M. Kaufmann[3]) hervor, welcher an Hunden den Sauerstoffkonsum, sowie die Stickstoff- und Kohlensäureausscheidung und die Wärmeproduktion in der Zeit ermittelte, in welcher nach einer reichlichen Fleischaufnahme die Stickstoffausscheidung im Harn — 2 bis 7 Stunden nach der Mahlzeit — ihren höchsten Stand erreichte. In dieser Periode war die Wärmeabgabe stets geringer, als sie hätte sein müssen, wenn alles Protein, dessen Stickstoff im Harn erschien, vollständig in Kohlensäure, Wasser und Harnbestand-

[1]) Es beziffert sich die Verbrennungswärme von z. B. je 1 g Harnstoff auf 2537, Harnsäure 2741, Kreatin 4275, Hippursäure 5678 cal.

[2]) M. Rubner, Gesetze des Energieverbrauchs, 1902, S. 384.

[3]) Archive de Physiol. 28. Bd. 1896, S. 346 und 768.

teile zerlegt worden wäre. Auch M. Gruber[1]), der den zeitlichen Ablauf der Stickstoffausscheidung nach reichlichem Fleischverzehr längere Zeit hindurch in je 2stündigen Intervallen verfolgte, gelangte bei der Umrechnung des Harnstickstoffs auf vollkommen zersetztes Eiweiß zu Zahlen für die Wärmeproduktion, die ganz sonderbare Sprünge aufwiesen; wenn wirklich immer die dem ausgeschiedenen Stickstoff entsprechende Menge Eiweiß vollständig zersetzt worden wäre, so hätte eine Zeitlang nach der Nahrungsaufnahme die Wärmeproduktion eine ganz abnorme Höhe, später jedoch einen so niedrigen Stand erreichen müssen, wie sie selbst bei Hunger nicht vorkommt. Da ein derartig schroffer Wechsel im Organismus nach vielen Beobachtungen gänzlich ausgeschlossen ist, so kann das dem Harnstickstoff entsprechende Eiweiß nicht sofort ganz zersetzt worden sein, sondern es müssen sich stickstofffreie Stoffe aus dem Eiweiß gebildet haben, die erst in späteren Tagesstunden oxydiert worden sind.

Was nun den Energievorrat betrifft, welcher in den verschiedenen Proteinstoffen dem Organismus zugeführt wird, so gründen wir unsere Betrachtungen auf den Wärmewert der in der Nahrung enthaltenen Stoffe. Nach den Ermittlungen von Berthelot, Stohmann, Rubner, Th. B. Osborne u. A. liefert bei vollständiger Verbrennung je 1 g der Proteinkörper folgende Wärmemengen:[2])

Kleber	5990 cal	Legumin	5793 cal
Pflanzenfibrin	5887 „	Konglutin	5479 „
Eieralbumin	5711 „	Pepton	5299 „
Milchkasein	5747 „	Leim	5151 „

Berthelot leitet aus seinen Bestimmungen den Mittelwert 5691, Stohmann 5731 cal ab.[3]) Beide Zahlen liegen einander ziemlich nahe, weshalb wir als Durchschnitt für die vegetabilischen Eiweißstoffe das aus beiden Zahlen gebildete Mittel 5711 cal in Anrechnung bringen wollen. Da sich ferner derjenige Teil der Proteinsubstanzen, welcher beim Pflanzenfresser in den Kot übergeht, nicht isolieren läßt, so sind wir des weiteren auch gezwungen, für die verdauten Eiweißstoffe, wie sie aus der Differenz zwischen Futter und Kot berechnet werden, ebenfalls diesen Durchschnittswert einzustellen. Nach einer großen Zahl von Untersuchungen des Verfassers[4]) besitzt dieser Wert hinreichende Genauigkeit.

Bei einzelnen Eiweißstoffen ist die Energie, welche aus ihnen bei vollständigem Zerfall nach Abzug aller Verluste dem Tierkörper zufließt, direkt ermittelt worden, so von M. Rubner[5]), welcher seine Untersuchungen mit Hunden ausführte und auf den in Wasser unlöslichen Teil des Muskels, auf das Muskelfleisch und auf die bei Hunger zersetzte stickstoff-

---

[1]) Zeitschrift für Biologie 42. Bd., 1901, S. 411.

[2]) Landolt und Börnstein, Physik.-chem. Tabellen 1894, S. 355; Th. B. Osborne, Ergebnisse der Physiol. 10. Jahrg., 1910, S. 47.

[3]) Zeitschrift für Biologie 31. Bd., 1895, S. 371.

[4]) Landw. Versuchsstationen 53. Bd., 1900, S. 404.

[5]) Zeitschrift für Biologie 21. Bd., 1885, S. 250.

haltige Organmasse ausdehnte. Auf je 100 g der genannten asche-, fett- und wasserfreien Eiweißsubstanzen wurden gefunden:

	Gesamter Wärmewert der Substanz	Wärmewert des Harns	Wärmewert des Kotes	Physiologischer Nutzwert [1])
Unlösl. Muskelsubstanz .	575,4 Cal	109,5 Cal	18,5 Cal	447,4 Cal
Muskelfleisch	534,5 „	112,9 „	16,8 „	404,8 „
Bei Hunger zersetzte Körpersubstanz . . .	534,5 „	128,8 „	16,8 „	388,9 „

Der physiologische Nutzwert, d. i. diejenige Menge Energie, welche bei dem vollständigen Zerfall der 3 Substanzen in den Geweben den Körper zur Verfügung gestellt wird, beträgt somit 77,8, 75,7 bezw. 72,8% des gesamten Energie-Vorrates dieser Stoffe. Frentzel und Schreuer[2]), welche diese Untersuchungen mit Tieren gleicher Art wiederholten, fanden für fett- und aschefreie Fleischtrockensubstanz einen Nutzwert von 76,4%.

Für den Leim, welcher in der Form des leimgebenden Gewebes im Fleische und in den Fleischpräparaten vorkommt, ermittelte ebenfalls M. Rubner[3]) die entsprechenden Werte. 100 g trockner aschefreier Leim gab 515,1 Cal, wovon beim Hunde 128,0 Cal in den Harn und 11,9 Cal in den Kot übergingen. Daraus berechnet sich der physiologische Nutzwert auf 375,2 Cal = 72,8% des gesamten Energievorrates, also etwas weniger als beim Muskelfleisch.

Bei Pflanzenfressern ist bis jetzt nur ein Eiweißpräparat, nämlich Kleber in der oben erwähnten Weise geprüft worden[4]), wobei jedoch aus schon erörterten Gründen die Verluste an Zersetzungsprodukten im Kote nicht berücksichtigt werden konnten. Die in 100 g verdaulichem Kleberprotein enthaltene Energie stellte sich auf 577,8 Cal; hiervon gingen in den Harn über 108,1 Cal = 18,7%, es bleiben somit 469,7 Cal = 81,3% übrig, welche den physiologischen Nutzwert des verdauten Kleberproteins darstellen. Berechnet man die Ausnutzung der unlöslichen Muskelsubstanz nach den Rubnerschen Werten auf die verdaute Substanz (Futter minus Kot), so findet man den physiologischen Nutzwert zu 80,3%, eine Zahl, welche dem beim Wiederkäuer ermittelten Werte für Kleber sehr nahe kommt. Man erkennt aus dieser Übereinstimmung, daß die leicht verdaulichen Eiweißstoffe dem Fleisch- und Pflanzenfresser nahezu gleiche Mengen Energie liefern. Größer freilich dürften die Verluste bei den schwerer verdaulichen Futterstoffen vegetabilischer Art ausfallen, bei deren Verdauung

[1]) In obigen Werten sind die geringen Wärmeverluste, welche durch Quellung des Eiweißes und durch Auflösung der Harnbestandteile entstehen, nicht einbegriffen. Berücksichtigt man diese, so beträgt der physiologische Nutzwert für je 100 g der unlöslichen Muskelsubstanz 442,4, des Muskelfleisches 400,0, der bei Hunger zersetzten Körpersubstanz 384,2 Cal, d. i. 73,3, 74,0 bezw. 75,1% des gesamten Energievorrates der zersetzten Substanz.

[2]) Archiv für Anat. und Physiol., physiologische Abt., Jahrg. 1902, S. 282.

[3]) Gesetze des Energieverbrauchs 1902, S. 335.

[4]) O. Kellner, Landw. Versuchsstationen 56. Bd., 1902, S. 149.

durch den Pflanzenfresser eine tiefer gehende, unter stärkerer Beteiligung der Fäulnisorganismen verlaufende Zersetzung im Darm von vornherein angenommen werden muß. Ein sicheres Urteil läßt sich zwar über diese Verhältnisse bei dem noch mangelhaften Stande unserer Kenntnis nicht fällen, zumal man nicht weiß, ob und wie weit die stickstofffreien Futterbestandteile an den Energieverlusten im Harn beteiligt sind. Setzt man sämtliche Energieausgaben im Harn auf die Rechnung der Stickstoffsubstanz, so würde nach Untersuchungen des Verfassers mit Rindern auf je 1 g verdautes Rohprotein bei Stickstoffgleichgewicht aus den gewöhnlichen Kraftfuttermitteln (Ölkuchen, Kleien, Maisschlempe, Biertrebern, Malzkeimen) 1,0—1,5 Cal in den Harn übergehen, durchschnittlich 1,3 Cal, also etwas mehr als aus dem Kleber (1,08 Cal). Bei Kartoffeln, Rüben und Rübenschnitzeln waren diese Ausgaben noch größer und betrugen 2,0—2,3 Cal auf 1 g verdautes Rohprotein. Noch höher und dabei unregelmäßiger als hier gestaltet sich das Verhältnis zwischen verdautem Rohprotein und Energieverlust durch Harnbildung bei den Rauhfutterarten,[1]) indem hier der Harn zuweilen einen sehr viel höheren Wärmewert besitzt als dem gesamten Energieinhalte des verdauten Proteins entspricht. Zum Teil sind hier gewiß die nicht-eiweißartigen Stickstoffsubstanzen der Wurzelgewächse und Rauhfutterstoffe insofern auf die Harnbildung von Einfluß, als manche dieser Stoffe wenig oder gar nicht verändert in den Harn gelangen; zum Teil müssen aber auch stickstofffreie Futterbestandteile — worauf schon die Hippursäurebildung hinweist — mit einem Betrage ihres Energieinhaltes an der Harnbildung beteiligt sein.

Im allgemeinen kann man annehmen, daß beim Pflanzenfresser je nach dem Anteil, welchen die Rauhfutterstoffe und Wurzelgewächse an der gesamten Ration nehmen, bei Produktionsfutter auf 1 g verdauliches Rohprotein 2—3 Cal = 35—50 % des gesamten Vorrats in Verlust geraten; bei alleiniger Verabreichung von Rauhfutter zum Zwecke der bloßen Erhaltung stellt sich unseren Ausführungen entsprechend der Verlust ganz beträchtlich höher und kann das Mehrfache der im verdauten Rohprotein enthaltenen Gesamtenergie betragen.

b) Stickstoffhaltige Substanzen nicht-eiweißartiger Natur.

Bei der großen Mannigfaltigkeit, welche die Glieder dieser umfänglichen Gruppe von Stickstoffsubstanzen in chemischer Hinsicht zeigen, weist auch das Verhalten derselben im Verdauungskanal Unterschiede auf. Während z. B. die zu den echten Amiden zählenden Substanzen, wie das weit verbreitete Asparagin und Glutamin, vielleicht schon von einzelnen Verdauungsfermenten, beim Pflanzenfresser aber sicher von den Mikroorganismen des Futterbreies unter Abspaltung von Ammoniak zerlegt und umgewandelt werden, treten anders konstituierte Stoffe, wie das Kreatin,[2]) Betain usw. teilweise unverändert in den Harn über und stellen somit ein für den tierischen Organismus ziemlich wertloses Material dar. Fleisch- und Pflanzenfresser verhalten sich zu dem einzelnen nicht-eiweißartigen

---

[1]) O. Kellner, Landw. Versuchsstationen 53. Bd., 1900, S. 435.

[2]) C. Voit, Zeitschrift für Biologie 4. Bd., 1868, S. 77.

Stickstoffsubstanzen gegenüber nicht gleich, indem z. B. verfüttertes Betain[1]) vom Hunde zum großen Teile unverändert im Harn ausgeschieden wird, wogegen bei Kühen nach Verabreichung betainhaltiger Futterstoffe (Melasse) sich von dieser Substanz weder im Harn und Kot, noch in der Milch etwas nachweisen ließ; auch Allantoin geht teilweise in den Hundeharn über, während es von Kaninchen in Oxalsäure übergeführt wird, die im Harn erscheint.[2])

Einzelne unter den Stickstoffsubstanzen nicht-eiweißartiger Natur, insbesondere die Aminosäuren und Säureamide, wie das Glycocol, Leucin, Alanin, Asparaginsäure und Asparagin werden nach ihrer Resorption in den Geweben oxydiert und liefern Harnstoff.[3]) Nimmt man an, daß der gesamte Stickstoff dieser Substanzen in der Form von Harnstoff ausgeschieden wird und andere Verlustquellen als diese Ausscheidung nicht existieren, so würde man als physiologischen Nutzwert finden für je 1 g

Glycocol	2113 cal
Alanin	3501 „
Leucin	5952 „
Asparaginsäure	2324 „
Asparagin	2358 „

Während also einzelne, allerdings nur in geringerer Menge im Futter auftretende nicht-eiweißartige Stickstoffverbindungen, wie das Alanin und Leucin sehr beträchtliche Mengen Energie dem Organismus zuführen, sind gerade die in vielen Futtermitteln vorherrschenden Stoffe dieser Art, wie das Asparagin, dem sich auch das Glutamin anreiht, wesentlich geringwertiger und erreichen nicht einmal den physiologischen Nutzwert der Kohlenhydrate; sie stehen in dieser Hinsicht im ganzen den organischen Säuren des Pflanzenreichs nahe.

Das in manchen Futterstoffen in geringer Menge auftretende Ammoniak wird im Tierkörper in der Regel in Harnstoff übergeführt, ein Vorgang, der unter Wärmebindung verläuft[4]) und daher dem Organismus Wärme entzieht.

Experimentelle Untersuchungen über die Energiemenge, welche dem Tierkörper in der Form nicht-eiweißartiger Stickstoffsubstanzen zugeführt wird, sind bisher nur mit Fleischextrakt und Betain an Hunden und mit Asparagin an Schafen ausgeführt worden. Mit Fleischextrakt, das immer geringe Mengen Albuminosen, Pepton und Leim enthält, wurden bis jetzt übereinstimmende Ergebnisse nicht erzielt. Während nämlich M. Rubner[5]) zu dem Schlusse kam,

---

[1]) Andrlik, Velich und Stanek, Biochem. Centralblatt 1. Bd., 1903, S. 303; W. Völtz, Verhandlungen der physiol. Gesellsch. zu Berlin, Jahrg. 1904—05, S. 90.

[2]) A. M. Luzatto, Zeitschrift für physiol. Chemie 38. Bd., 1903, S. 537.

[3]) Schultzen und Nencki, Zeitschrift für Biologie 8. Bd., 1872, S. 124; v. Knieriem, ebenda 10. Bd., 1874, S. 277; J. Munk, Virchows Archiv für path. Anatomie 94. Bd. 441; P. Salkowski, Zeitschrift für physiol. Chemie 4. Bd., 1880, S. 55; Hagemann, Landw. Jahrbücher 20. Bd., 1891, S. 264.

[4]) W. Ostwald, Allgemeine Chemie 1. Bd., 1887, S. 361.

[5]) Zeitschrift für Biologie 20. Bd., 1884, S. 265 und Gesetze des Energieverbrauchs 1920, S. 334.

daß die nicht-eiweißartigen Stickstoffsubstanzen des Fleisches den Körper im großen und ganzen unverändert, d. i. ohne Energieabgabe verlassen, fanden J. Frentzel und N. Toriyama[1]), daß von dem Energievorrate des Extraktes etwa $^2/_3$ dem Körper zugute kommen. Neuere Untersuchungen von E. Bürgi und M. Rubner[2]) deuten jedoch daraufhin, daß Bestandteile des Fleischextraktes im Körper längere Zeit zurückgehalten werden können. Die Angelegenheit ist sonach noch nicht geklärt. — Von dem Energieinhalte des Betains erscheinen nach Beobachtungen von W. Völtz[3]) bei Hunden 89% im Harn wieder. Das Asparagin wird nach Beobachtungen des Verfassers[4]) vom Wiederkäuer vollkommen zersetzt und liefert als Endprodukt im Harn nur Harnstoff; darnach führt es dem Körper unzweifelhaft Energie zu, über deren Verwertung im nächsten Kapitel Angaben gemacht werden sollen.

Im allgemeinen steht also nur fest, daß manche Stickstoffsubstanzen nichteiweißartiger Natur im Körper dem Zerfalle unterliegen und dabei Energie abgeben, andere jedoch teilweise oder ganz unverändert in den Harn übergehen.

c) Fette und Öle.

Die Frage, in welchem Umfange die Fette und Öle an den Gärungs- und Fäulnisvorgängen, die sich im Verdauungsschlauch abspielen, Anteil nehmen, ist zurzeit noch nicht geklärt. Zwar bewirken sie keine Steigerung der Verluste durch Harnbildung, auch unterliegen sie beim Wiederkäuer nicht der Methangärung, aber das schließt nicht aus, daß sie der Zersetzungstätigkeit der Bakterien ebenso anheimfallen können, wie die anderen Nährstoffe. Näheres hierüber ist allerdings noch nicht bekannt und wir müssen uns daher mit diesem Hinweis begnügen.

Was zunächst den Energieverlust durch den Harn betrifft, so fand z. B. Rubner[5]) bei hungernden Hunden im Harn ein Verhältnis zwischen Stickstoff und Kohlenstoff von 1 : 0,71, bei Fettzufuhr (Speck) fast genau dasselbe, nämlich 1 : 0,73. Zu demselben Ergebnis führten Versuche mit Schweinen, die G. Fingerling[6]) in Gemeinschaft mit A. Köhler und F. Reinhardt ausführte, und bei denen Erdnußöl einem ausreichenden Grundfutter zugelegt wurde. Bei diesen Untersuchungen betrug das Verhältnis zwischen Stickstoff und Kohlenstoff im Harn beim Grundfutter 1 : 0,84, nach der Ölzulage 1 : 0,85. Eine Änderung der Zusammensetzung und damit auch des Energie-Inhaltes des Harns war also infolge der Fettfütterung nicht eingetreten.

Auch an der Methangärung, welche beim Wiederkäuer einen sehr großen Umfang besitzt, beteiligt sich das Fett des Futters nicht. Im Durchschnitt zweier Versuche, welche der Verfasser[7]) mit Schnittochsen ausführte,

[1]) Archiv für Anatomie und Physiologie, physiol. Abt., Jahrg. 1901, S. 499.
[2]) Archiv für Hygiene 51. Bd., 1904, S. 1 und 19.
[3]) S. Anm. 1, S. 87.
[4]) Noch nicht veröffentlicht.
[5]) Gesetze des Energieverbrauchs 1902, S. 117.
[6]) Landw. Versuchsstationen 84. Bd., 1914, S. 149.
[7]) O. Kellner, Landw. Versuchsstationen 53. Bd., 1900, S. 423.

schieden die Tiere an Methan auf 100 Teile der verdauten stickstofffreien Extraktstoffe und Rohfaser im ganzen 3,76 Teile aus, nach der Zulage von emulgiertem Erdnußöl 3,81 Teile. Hätte hier das Öl Anlaß zur Entstehung von Methan gegeben, so würde das eben berechnete Verhältnis sich nach der Zulage erweitert haben. Auch in der fein verteilten Form, in welcher die Fette und Öle in den Futtermitteln vorkommen, nehmen sie an der Methangärung nicht teil.

Wie schon (S. 27) dargelegt, werden die in Rede stehenden Nährstoffe vor ihrer Resorption von ungeformten Fermenten größtenteils oder ganz verseift, d. i. in freie Fettsäuren Glyzerin gespalten. Schon im Cylus finden sich diese Bestandteile wieder zu Triglyceriden vereinigt und gelangen daher sicherlich in dieser Form zur Verwertung. Ob diese Triglyceride vor ihrem weiteren Verbrauch erst in Traubenzucker oder Glykogen umgewandelt werden, wie von einigen Seiten[1]) behauptet, aber noch nicht bewiesen worden ist, mag vorläufig dahingestellt bleiben. Die Wahrscheinlichkeit spricht nicht dafür.[2])

Bei der Bewertung des Nahrungsfettes darf jedoch nicht unberücksichtigt bleiben, daß wir es hier nur in seltenen Fällen mit reinen Fetten oder Ölen zu tun haben. In der Regel handelt es sich um den mittels Extraktion gewonnenen, als Rohfett bezeichneten Ätherextrakt. Da dieser unverdauliche Substanzen (Wachsarten, Chorophyll, Farbstoffe anderer Art usw.) enthält, welche zum Teil einen höheren Wärmewert besitzen, wie die echten Fette, so fällt der Energieinhalt des verdaulichen Teiles in der Regel niedriger aus als der des gesamten Rohfettes. In Übereinstimmung hiermit stellt sich nach den Untersuchungen des Verfassers[3]) der Wärmewert des Wiesenheufettes pro 1 g auf 9194 cal, der des entsprechenden Kotfettes auf 9824 und der des verdauten Teiles auf 7802—8625, im Durchschnitt auf 8322 cal; der verdauliche Teil des Erdnußöls[4]) enthält in 1 g 8821, das verfütterte Öl 9474 cal. Bei neueren Versuchen, die an der Versuchsstation Möckern[5]) mit Schweinen ausgeführt wurden, betrug der Wärmewert von 1 g verdaulichem Erdnußöl 9050 cal, während die gleiche Menge des verfütterten Öles einen Verbrennungswert von 9054 cal aufwies. Wie hieraus hervorgeht, stellt sich der den Tieren zugute kommende Energieinhalt der verfütterten Öle und Fette um so höher, je reiner sie sind.

d) Stickstofffreie Extraktstoffe.

(Kohlenhydrate, Pentosane und organische Säuren.)

1. Kohlenhydrate. Von den Verdauungs- und Zersetzungsprodukten, welche aus den Kohlenhydraten im Magen und Darm entstehen, finden sich im Kot nennenswerte Mengen nicht vor. Diese Tatsache ergibt sich aus Unter-

---

[1]) A. Chauveau, La Vie et l'Énergie chez l'Animal, Paris 1904.

[2]) N. Zuntz, Archiv für Anatomie und Physiologie, physiol. Abt., Jahrg. 1896.

[3]) Landw. Versuchsstationen 47. Bd., 1896, S. 302.

[4]) Ebenda 53. Bd., 1900, S. 413.

[5]) G. Fingerling, A. Köhler und F. Reinhardt, Landw. Versuchsstationen 84. Bd., 1914, S. 180 u. 181.

suchungen, welche der Verfasser[1]) in großer Zahl mit Schnittochsen in folgender Weise ausgeführt hat: Es wurde zuerst ein Grundfutter verabreicht und diesem in einem zweiten Versuchsabschnitt Stärkemehl zugelegt; aus der kalorimetrischen Untersuchung von Futter und Kot wurden dann in beiden Fällen die Wärmewerte der verdauten Substanz berechnet; die Differenz zwischen den beiden Versuchsabschnitten stellte den Wärmewert des verdauten Stärkemehls dar. Im Durchschnitt von 13 derartigen Parallelversuchen wurde für 1 g verdautes Stärkemehl 4185 cal gefunden, gegenüber 4183 cal, die bei direkter Verbrennung im Kalorimeter beobachtet wurden. Bei gleichen Versuchen mit Rohrzucker,[2]) dessen Wärmewert 3955 cal beträgt, ergab sich für den verdauten Teil 3943 cal. Für den verdauten Teil der Kohlenhydrate dieser Art gilt also ohne weiteres der Wärmewert der ursprünglichen, in das Tier eingeführten Substanz. Anders liegt die Sache bei den stickstofffreien Extraktstoffen, welche in den Rauhfutterarten und anderen natürlichen Futtermitteln vorkommen und ein sehr wechselnd zusammengesetztes Gemisch verschiedener, zum Teil unbekannter Stoffe darstellen. Nach Untersuchungen, die der Verfasser[3]) mit 4 Sorten Wiesenheu ausgeführt hat, betrug der Wärmewert der stickstofffreien Extraktstoffe dieser Futterarten durchschnittlich pro 1 g 4584, im zugehörigen Kote 5265 cal; er war also ganz erheblich höher als in den gewöhnlichen Kohlenhydraten. In Übereinstimmung mit diesem Befunde stehen ferner einige chemische Untersuchungen,[4]) nach denen die in Rede stehenden Bestandteile der Rauhfutterarten und mehr noch die des zugehörigen Kotes viel reicher an Kohlenstoff und ärmer an Sauerstoff sein müssen, als die Kohlenhydrate. Alle diese Beobachtungen zeigen, daß die stickstofffreien Extraktstoffe dieser Futtermittel Bestandteile enthalten müssen, welche in ihrem Kohlenstoffgehalt und Wärmewert die Kohlenhydrate bedeutend übertreffen und wahrscheinlich zu den Ligninstoffen (S. 17) gehören. Wie nun die obigen Zahlen für den Wärmewert lehren, muß der Kot an diesen Stoffen reicher sein als das Futter, was weiter darauf schließen läßt, daß die ligninartigen Substanzen in geringerem Umfange verdaut werden wie die anderen, zu den Kohlenhydraten zählenden Bestandteile der Extraktstoffe. Aus den Ergebnissen der Verdauungsversuche, welche der Verfasser[5]) mit jenen 4 Wiesenheusorten ausgeführt hat, berechnet sich mit Hilfe der ebenfalls direkt ermittelten Wärmewerte, daß die verdauten stickstofffreien Extraktstoffe in 1 g 4232 cal enthalten. Diese Zahl liegt dem Wärmewert der Kohlenhydrate von der Art des Stärkemehls (4183 cal) so nahe, daß man berechtigt ist zu dem Schluß: Der verdauliche Teil der stickstofffreien Extraktstoffe ist seiner Zusammensetzung und

[1]) Landw. Versuchsstationen 53. Bd., 1900, S. 412.

[2]) Noch nicht veröffentlichte Versuche des Verfassers.

[3]) Landw. Versuchsstationen 47. Bd., 1896, S. 305.

[4]) Henneberg und Stohmann, Beiträge zur Begründung usw. 2. Heft, 1864, S. 361; G. Kühn, H. Schulze und L. Aronstein, Journal für Landw. 15. Jahrg. 1867, S. 1; J. König und W. Sutthof, Landw. Versuchsstationen 70. Bd., 1909, S. 343.

[5]) Landw. Versuchsstationen 47. Bd., 1896, S. 305.

seinem Wärmewerte nach als Kohlenhydrat zu betrachten. Wenn dieser Satz zunächst zwar nur für die Rauhfutterstoffe bewiesen ist, so gilt er doch sicher auch für die meisten übrigen Futtermittel, deren stickstofffreie Extraktstoffe zum großen Teil aus Stärkemehl, Inulin, Galaktan, Mannan und anderen Polysachariden bestehen. Nur bei solchen Futterstoffen, welche Kohlenhydrate von geringerem Wärmewert, wie Rohrzucker, Maltose, Milchzucker, Raffinose, oder Säuren von der Art der Milchsäure enthalten, liegt der Wärmewert der verdauten stickstofffreien Extraktstoffe niedriger. Da die genannten Substanzen aber sämtlich vollständig verdaulich sind, so würde ihre quantitative Bestimmung im Futter genügen, um auch hier den Wärmewert der verdauten stickstofffreien Extraktstoffe hinreichend genau zu berechnen. Für je 1 g würden folgende Werte in Ansatz zu bringen sein:

Rohrzucker . . .	3955 cal
Milchzucker . . .	3952 „
Maltose	3949 „
Raffinose . . .	4021 „

2. Pentosane. Von dieser Gruppe, welche bei manchen Futtermitteln (Grün- und Rauhfutterarten, Runkel- und Zuckerrüben, Kleien usw.) einen beträchtlichen Teil der stickstofffreien Extraktstoffe ausmacht, gilt aller Wahrscheinlichkeit nach dasselbe wie von den Polysachariden. Einerseits liegt nämlich der Wärmewert der aus dieser Gruppe darstellbaren Pentosen, der Arabinose und Xylose (3722 bezw. 3746 cal) fast genau in derselben Höhe, wie derjenige der einfachen Zuckerarten (Dextrose 3743, Lävulose 3755, Galaktose 3722 cal), die aus den Polysachariden gewonnen werden; es ist daher sehr wahrscheinlich, daß auch die polymeren Pentosane, das Araban und Xylan, ähnliche Werte aufweisen, wie die den genannten Hexosen entsprechenden Polysacharide. Andererseits enthalten die verdaulichen stickstofffreien Extraktstoffe des Wiesenheues, deren Wärmewert ja dem der Polysacharide gleicht, recht erhebliche Mengen (14—21 %) Pentosane.[1]) Bei dieser Sachlage erscheint es gerechtfertigt, auch für die verdaulichen Pentosane denselben Wärmewert zu berechnen, wie für die Kohlenhydrate.

Dem Organismus steht jedoch nicht die gesamte Energie zur Verfügung, welche in den verdauten stickstofffreien Extraktstoffen vorhanden ist, sondern es finden sowohl durch Harnbildung wie durch Methangärung Verluste statt. Was zuerst den Harn betrifft, so sind echte Kohlenhydrate und deren Spaltungsprodukte unter normalen Verhältnissen der Fütterung bei den Wiederkäuern[2]) und beim Pferde[3]) in den flüssigen Ausscheidungen höchstens in Spuren aufzufinden und nur in ganz extremen Fällen, wenn neben sehr wenig Protein außergewöhnlich große Mengen verdauliches Stärkemehl oder Rohrzucker verabreicht werden,

---

[1]) O. Kellner, Landw. Versuchsstationen 53. Bd., 1900, S. 197 und 302.

[2]) Ebendaselbst 44. Bd., 1894, S. 348, 404 und 474.

[3]) L. Grandeau, Ann. de la science agr. 5. Jahrg., 2. Bd., S. 244 und 9. Jahrg., 1. Bd., 1893, S. 47.

läßt sich zuweilen eine Vermehrung der organischen Harnbestandteile nachweisen,[1]) welche wahrscheinlich auf diese Kohlenhydrate zurückzuführen ist. Auch von den verdauten Pentosanen geht bei den genannten Tieren, soweit unsere Beobachtungen reichen, nichts in den Harn über. Es scheint überhaupt, daß der Wiederkäuer und das Pferd — wohl infolge bakterieller Einflüsse — manche organische Stoffe noch vollständig zersetzen, welche von anderen Tierklassen (Kaninchen, Hunden) ganz oder teilweise im Harn ausgeschieden werden. In dieser Hinsicht sei nur an das Verhalten des Betains und Allantoins (S. 87) erinnert und weiter angeführt, daß Arabinose und Xylose von Hunden und Kaninchen, auch von Menschen nicht vollständig verbrannt, sondern teilweise durch die Nieren entfernt werden, während sie vom Wiederkäuer — jedenfalls nach erfolgter Spaltung durch Mikroorganismen — glatt verbrannt werden.[2]) Sogar der Rohrzucker, in sehr großen Mengen genossen, führt beim Fleischfresser und beim Menschen leicht zu einer Ausscheidung von Glukose, während beim Wiederkäuer und Pferde selbst von sehr großen Gaben nichts in den Harn übergeht.

Nichtsdestoweniger findet man im Harn der Pflanzenfresser ganz allgemein wesentlich mehr organische Substanz, als sich nur aus den stickstoffhaltigen Nahrungsbestandteilen bilden kann. Eine Zulage von Heu oder Stroh zu einer gegebenen Ration vermehrt, wie (S. 86) schon dargelegt, die Energieausfuhr im Harn zuweilen in solchem Grade, daß der gesamte Energievorrat des verdauten Rohproteins zur Deckung dieser Ausfuhr nicht ausreichen würde. Es müssen daher auch stickstofffreie Nährstoffe an dieser Ausfuhr beteiligt sein. Über den Ursprung oder die Natur dieser Harnbestandteile ist gegenwärtig nur wenig bekannt.

Ein weiterer Teil des Energievorrates der verdauten stickstofffreien Extraktstoffe gerät in Verlust durch die **Methangärung**, welcher alle Glieder der Kohlenhydratgruppe und die Pentosane unterliegen. Die eigenartige, durch Mikroben verursachte Gärung vollzieht sich bei den verschiedenen Tierklassen je nach dem Bau des Verdauungsapparates und der Dauer des Aufenthaltes des Futters im Leibe in verschiedenem Umfange. Beim Fleischfresser und dem omnivoren Schwein tritt sie im allgemeinen soweit zurück, daß sie selbst bei wissenschaftlichen Untersuchungen außer Betracht gelassen wird. Unter den Pflanzenfressern hat sie den geringsten Umfang beim Pferde, offenbar weil bei dessen Einrichtung des Verdauungsschlauches die Tätigkeit der Mikroben auf die unteren Darmabschnitte beschränkt ist und die leicht löslichen Kohlenhydrate schon aufgelöst und resorbiert sind, bevor der Futterbrei in den Dickdarm eintritt.[3]) Beim Wiederkäuer beginnt dagegen die Methangärung schon in den geräumigen Vor-

[1]) O. Kellner, Landw. Versuchsstationen 44. Bd., 1894, S. 474.

[2]) E. Salkowski, Centralblatt für die med. Wissenschaften 1893, S. 193 und Zeitschrift für physiol. Chemie 29. Bd., 1900, S. 493; Cremer, Zeitschrift für Biologie 29. Bd., 1892, S. 536 und 42. Bd., 1901, S. 428; P. Schirokich, Biochem. Zeitschrift 55. Bd., S. 370.

[3]) N. Zuntz, Landw. Jahrbücher 27. Jahrg. 1898, Ergänzungsband, S. 241 und Pflügers Archiv für die ges. Physiol. 49. Bd., 1891, S. 477.

mägen, in denen das Futter längere Zeit verweilt; sie wird dann im Dickdarm lebhaft fortgesetzt und erreicht bei Tieren dieser Art die größte Ausdehnung.

Nach den Untersuchungen H. Tappeiners[1]), der die Natur dieser Gärung zuerst studiert und mit verschiedenen, aus dem Futterbrei abgepreßten Flüssigkeiten gearbeitet hat, sollte sich Methan nur aus Zellulose, nicht aber auch aus Stärkemehl und anderen Kohlenhydraten bilden können. Diese Beschränkung erwies sich später als nicht zutreffend, indem G. Kühn[2]) in Versuchen mit Schnittochsen beobachtete, daß Stärkemehlzulagen zu einer Rauhfutterration die Methanausscheidung in der Regel sehr bedeutend steigern. Bei dem weiteren Studium dieser Frage stellte der Verfasser[3]) fest, daß die Gärung sich nicht bloß auf die Zellulose und das Stärkemehl, sondern ganz allgemein auf die Kohlenhydrate und die Pentosane erstreckt. Wenn auch einzelne Ausnahmen vorkommen, deren Ursachen noch nicht klar zu übersehen sind, so läßt sich aus über 100 einzelnen Versuchen, welche der Verfasser in den letzten Jahren ausgeführt hat, entnehmen, daß die verdaulichen stickstofffreien Extraktstoffe sämtlicher Futtermittel (Rauhfutterarten, Wurzel- und Knollenfrüchte, Ölkuchen, Getreide- und Leguminosenkörner, Abfälle technischer Gewerbe, wie getrocknete Rübenschnitzel, Melasse, Schlempe, Malzkeime usw.) Methan liefern. Bestimmte Zahlen haben sich hierbei freilich weder für die einzelnen Kohlenhydrate, noch für die verschiedenen Gruppen von Futtermitteln aufstellen lassen und werden wohl auch kaum in nächster Zukunft zu erlangen sein; denn es scheinen hier neben der Art des Futters auch die Menge und der Einfluß desselben, sowie die Kombination der Nahrungsbestandteile auf den Ablauf der Verdauungs- und Gärungsprozesse eine Rolle zu spielen, kurzum Verhältnisse, die noch nicht genügend genau erforscht sind.[4]) Nur ganz im allgemeinen ist den bisherigen Versuchsergebnissen zu entnehmen, daß alle Futterstoffe, welche die Verdauung der stickstofffreien Extraktstoffe und der Rohfaser herabsetzen, auch die Methanausscheidung vermindern, eine Wirkung, die jedoch nicht etwa proportional dem Betrage ist, um welchen die Verdauung der methanliefernden Stoffe herabgesetzt wird, sondern noch erheblich weiter geht. Umgekehrt können stickstoffreiche Futtermittel, einer proteinarmen Ration zugelegt, durch Aufhebung einer stattgehabten Verdauungsdepression (S. 56) die Methanbildung steigern. Einen tieferen Einblick in alle diese sehr verwickelten Verhältnisse wird man erst erlangen, wenn neben der chemischen auch die biologische Seite dieser eigenartigen Gärung eingehendere Würdigung gefunden haben wird.

Außer Methan entstehen bei der eben besprochenen Gärung[5]) noch Kohlensäure, Wasser, kleine Mengen von Aldehyd, Ameisensäure und Propionsäure, große Mengen von Essigsäure und Buttersäure, möglicherweise auch noch andere Glieder der Fettsäurereihe. Da aber alle diese unvollständig oxydierten Stoffe

[1]) Zeitschrift für Biologie 20. Bd., 1884, S. 52.

[2]) Landw. Versuchsstationen 44. Bd., 1894, S. 567.

[3]) Landw. Versuchsstationen 53. Bd., 1900, S. 421 und andere, noch nicht veröffentlichte Arbeiten des Verfassers.

[4]) N. Zuntz, Landw. Versuchsstationen 79. u. 80. Bd., 1913, S. 781.

[5]) H. Tappeiner, Zeitschrift für Biologie 20. Bd., 1884, S. 98ff.

in den Säftekreislauf eintreten und ohne Rest verbrennen, so repräsentiert nur das Methan einen Verlust an Energie. Da weiter nach den Beobachtungen des Verfassers bei der Verdauung von je 100 g beim Stärkemehl im Durchschnitt 3,17 g, beim Rohrzucker 2,84 g Methan entstehen, von welchem 1 g = 13344 cal, so gehen in diesem Gas beim Stärkemehl 10,1%, beim Rohrzucker 9,6% der potentiellen Energie verloren. Da je 1 g dieser Stoffe, 4183 bezw. 3955 cal repräsentiert, so berechnet sich der Verlust beim Wiederkäuer auf 422 bezw. 379 cal. An nutzbarer Energie bleibt somit vom Stärkemehl 3761 cal = 89,9%, vom Rohrzucker 3576 cal = 90,4% übrig. Ergeben sich aber durch die jeweiligen Verhältnisse günstige Gärungsbedingungen, so wird in erster Linie der leichter angreifbare Zucker in Mitleidenschaft gezogen. Hierbei nimmt auch die Methan- und Wasserstoffgärung an Intensität zu.[1]) Für andere methanliefernde stickstofffreie Extraktstoffe läßt sich mangels direkter Beobachtungen der Nutzwert vorläufig nicht angeben.

3. Organische Säuren. — Wie sich die organischen Säuren und ihre Salze im Verdauungskanal verhalten, ist noch nicht näher bekannt. Ein großer Teil derselben wird wahrscheinlich bei allen Tiergattungen unverändert resorbiert, ein anderer Teil dagegen dürfte namentlich bei den Pflanzenfressern der Zersetzung durch Mikroben anheimfallen. Letzteres ist bis jetzt freilich nur von der Oxalsäure bewiesen, die von den Bakterien der Milch- und Buttersäuregärung zerstört[2]) und auch in den Flüssigkeiten zersetzt wird, die aus dem Panseninhalt der Wiederkäuer abgepreßt werden können.[3]) Aber auch von den anderen organischen Säuren kann angenommen werden, daß sie wenigstens teilweise der Gärung unterliegen. Da von den organischen Säuren, die im Magen der Pflanzenfresser in großen Mengen erzeugt werden, nur unbedeutende Beträge in den Kot und Harn übergehen,[4]) so muß der resorbierte Anteil in den Geweben verbrannt werden und dem Organismus Energie zuführen.

e) Rohfaser.

Zu der Zeit, als man die Rohfaser noch für ein Gemenge von Zellulose und Ligninsubstanzen hielt, stellte man sich die Frage, ob und in welchem Umfange diese beiden Bestandteile verdaut werden. Henneberg und Stohmann[5]), denen wir die ersten, nachmals von anderen[6]) bestätigten Untersuchungen hierüber

---

[1]) Briefl. Mitteilung von Prof. Zuntz.

[2]) Kellner, Landw. Versuchsstationen 25. Bd., 1880, S. 460.

[3]) N. Zuntz, Landw. Jahrbücher 27. Jahrg. 1898, 2. Ergänzungsband, S. 471.

[4]) H. Wilsing, Zeitschrift für Biologie 21. Bd., 1885, S. 625 und W. v. Knieriem, ebenda S. 139.

[5]) Beiträge zur Begründung einer rat. Fütterung der Wiederkäuer 2. Heft, 1864, S. 350.

[6]) G. Kühn, H. Schultze und L. Aronstein, Journal für Landw. 14. Jahrg. 1866, S. 287; Th. Dietrich und J. König, Landw. Versuchsstationen 13. Bd., 1871, S. 226; M. Fleischer und K. Müller, Journal für Landw. 22. Jahrg. 1874, S. 275; E. Schulze und M. Maercker, ebenda 23. Jahrg. 1875, S. 170; J. König und W. Sutthof, Landw. Versuchsstationen 70. Bd., 1910, S. 343.

verdanken, bestimmten bei Versuchen mit Wiederkäuern die Menge und Elementarzusammensetzung der verzehrten und der im Kote ausgeschiedenen Rohfaser. Aus der Differenz im Gehalte an Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, welche zwischen der Rohfaser des Futters und der des Kotes festgestellt wurde, erkannten sie, daß der verdauliche Teil der Rohfaser die Elementarzusammensetzung der Polysaccharide besitzt; sie waren daher der Meinung, daß derselbe aus Zellulose besteht. Als dann später durch B. Tollens[1]) und dessen Schüler Pentosane in den vegetabilischen Futtermitteln und auch in der Rohfaser aufgefunden wurden, erschien es wahrscheinlich, daß auch diese in dem verdaulichen Teile der Rohfaser vorkommen. Dieser Vermutung stand die Beobachtung von Henneberg und Stohmann über die Beschaffenheit der verdaulichen Rohfaser nicht entgegen, da Pentosane und Zellulose sich in ihrer Elementarzusammensetzung nicht unterscheiden. Die Bestimmung des Pentosangehaltes in der Futter- und Kotrohfaser durch den Verfasser[2]) ergab in der Tat, daß die verdauliche Rohfaser auch Pentosane einschließt, und zwar in Mengen, welche z. B. beim Wiesenheu 18%, bei Haferstroh 20%, beim Weizenstroh 24% betragen.

Auch der Wärmewert des verdaulichen Teiles der Rohfaser stimmt ziemlich genau mit dem der Zellulose und Pentosane überein. Im Durchschnitt von 4 Versuchen mit Wiesenheu, das an Ochsen verfüttert worden war, fand nämlich der Verfasser[3]) auf 1 g Rohfaser des Futters 4426 und des Kotes 4782 cal, also ganz ähnliche Verhältnisse wie bei den stickstofffreien Extraktstoffen; es war somit durch die Verdauung aus der Heurohfaser eine Substanz entfernt worden, welche einen geringeren Wärmewert besaß und demnach auch kohlenstoffärmer sein mußte, wie die Rohfaser des Futters. Aus dem quantitativen Verhältnis zwischen Verzehr und Ausscheidung im Kot berechnete sich weiter für den verdaulichen Teil ein Wärmewert von 4220 cal, welcher demjenigen der reinen Zellulose sehr nahe kommt und auch für die Pentosane anzunehmen ist (S. 91).[4])

In bezug auf die Methangärung gilt für die Rohfaser in allen Stücken dasselbe, wie für die stickstofffreien Extraktstoffe. Eine Zulage dieses Futterbestandteils zu einer gegebenen Ration macht sich sofort durch eine vermehrte Methanausscheidung bemerkbar. In zwei Versuchen, welche auf diese Weise mit Strohstoff, dem Rohmaterial der Papierfabriken, angestellt wurden, fand der Verfasser[5]) auf 100 Teile verdaute Rohfaser 4,46 Teile Methan, also etwas mehr als durchschnittlich aus Stärkemehl entsteht. Der hierdurch hervorgerufene Verlust betrug 14,0% der in der verdauten Substanz vorhandenen Energie, wonach 1 g verdaute Rohfaser (= 4185 cal) einen Verlust von 586 cal erleidet und der Nutzwert 3599 cal = 86% beträgt. Da wir jedoch gegenwärtig außerstande sind, für jede

[1]) Übersichtliche Zusammenstellung der Literatur, Journal für Landw. 44. Jahrg. 1896, S. 171.

[2]) Landw. Versuchsstationen 53. Bd., 1900, S. 193 und 300.

[3]) Ebenda 47. Bd., 1896, S. 299.

[4]) Vgl. auch F. Honcamp, ebenda 84. Bd., 1914, S. 301.

[5]) Landw. Versuchsstationen 53. Bd., 1900, S. 426.

Futtermischung die auf Rohfaser oder stickstofffreie Extraktstoffe entfallende Menge Methan zu berechnen, so erscheint es vorläufig am zweckmäßigsten, beide Stoffgruppen zusammengefaßt zu der Methanausscheidung in Beziehung zu setzen. Im Durchschnitt von mehr denn 100 Einzelversuchen, welche vom Verfasser[1]) bis zur Gegenwart ausgeführt worden sind, wurden bei der Verdauung von 100 g stickstofffreien Extraktstoffen + Rohfaser vom Rinde 4,29 g Methan gebildet; da der Wärmewert des verdauten Teiles der beiden Stoffgruppen pro 1 g zu 4184 cal angenommen werden kann, und die hierauf entfallende Menge Methan 573 cal entspricht, so stellt sich der Verlust im Mittel auf 13,7% und der Nutzwert von 1 g verdauter Substanz auf 3611 cal. Sind große Mengen Rohfaser in der Ration, so fällt der Verlust etwas höher aus und kann bei ausschließlicher Verfütterung von Weizenstroh z. B. bis auf 20% der verdauten stickstofffreien Extraktstoffe + Rohfaser steigen.

Was endlich den Einfluß der verdauten Rohfaser auf die **Harnbildung** betrifft, so gilt auch bezüglich dieser im allgemeinen dasselbe, wie von den stickstofffreien Extraktstoffen. Weder von der Zellulose, noch von den Pentosanen gehen innerhalb weiter Grenzen der Nährstoffmischung beim Pflanzenfresser bestimmbare Mengen organische Substanz in die flüssigen Ausscheidungen über.[2])

Viertes Kapitel.

Die Verwertung der Nahrung. Der Stoff- und Energieumsatz unter verschiedenen Verhältnissen.

1. Vollständige Nahrungsentziehung.

Reicht man einem Tiere keine Nahrung, so lebt es noch einige Zeit weiter. Dabei nehmen die meisten Organe und das Fettgewebe an Masse bedeutend ab, und in den Ausscheidungen finden sich im allgemeinen dieselben Stoffe, die auch bei Nahrungszufuhr im Harn und in den Atmungsprodukten erscheinen: das Tier lebt offensichtlich auf Kosten der in seinem Körper vorhandenen Stoffe, welche nach Maßgabe seines Bedarfs an Kraft und Wärme der Zersetzung unterliegen.

Die Untersuchung der Ausscheidungen läßt zunächst erkennen, daß im hungernden Organismus sowohl Eiweiß (Fleisch), als auch stickstofffreie Stoffe (Glykogen und Fett) zerfallen und daß mit den Zersetzungsprodukten der eiweißführenden Gewebe zugleich auch die in den letzteren vorhandenen Mineralstoffe,

---

[1]) Noch nicht veröffentlichte Untersuchungen.

[2]) H. **Weiske**, Zeitschrift für physiol. Chemie 20. Bd., 1895, S. 489; O. **Kellner**, Landw. Versuchsstationen 53. Bd., 1900, S. 434. — Bei zahlreichen Fütterungsversuchen mit Ochsen, die große Mengen pentosanreicher Futterstoffe (Rübenschnitzel, Kleie) verzehrten, gelang es dem Verfasser nicht, im Harn der Tiere mehr als Spuren furfurolgebender Stoffe (S. 16) nachzuweisen.

sowie das Wasser ausgeschieden werden. Als Beispiel für die das Eiweiß und Fett betreffenden Veränderungen im hungernden Tier sei von den sehr zahlreichen Beobachtungen[1]) eine Versuchsreihe herausgegriffen, welche M. Rubner[2]) mit Kaninchen ausgeführt hat. Das eine der hierbei benützten Tiere wog anfangs 2341 g, am 19. Hungertage nur noch 1388 g, hatte also 40,7 % seines Körpergewichts eingebüßt; dasselbe zersetzte aus seinen Geweben:

Tag	Eiweiß	Fett
1.—2.	9,75 g	—
3.—8.	6,70 „	10,0 g
9.—15.	5,92 „	7,4 „
16.—18.	13,27 „	1,0 „

Als Ursachen dieses fortdauernden Stoffzerfalls kommen vornehmlich zwei Momente in Frage: Der Bedarf an Kraft für die sogenannte „innere Arbeit" (Blutumlauf, Atmungsbewegungen, Muskelspannung usw.) und 2. der Bedarf an Wärme zur Erhaltung des Körpers auf seiner Temperatur. Die erstere Form der Energie, welche die Kraftleistungen vermittelt, nimmt hier wie in allen Fällen, in denen Kraft verbraucht wird, zuletzt die Form von Wärme an, die zwar auch dem Körper zugute kommt, unter gewöhnlichen Verhältnissen aber bei weitem nicht ausreicht, den ganzen Wärmebedarf des Tieres zu decken. Um die Eigenwärme auf bestimmter, für den Fortbestand des Lebens erforderlicher Höhe zu erhalten, muß noch ein weiterer Teil von Wärme durch Zerfall und Verbrennung von Körpersubstanz geliefert werden. Mag nun die aus zerfallenden Körperbestandteilen entstehende Energie zuerst zur Kraft- oder gleich zur bloßen Wärmeerzeugung dienen, in beiden Fällen tritt sie in der Form von Wärme aus dem Körper aus. Der Wärmeverlust, den ein hungerndes Tier erleidet, stellt somit das zunächst wahrnehmbare Maß des Stoffverbrauchs dar.

Der Wärmeverlust, den eine warme Masse in einem weniger warmen Raume erleidet und der im wesentlichen durch Ausstrahlung zustande kommt, hängt, wie ohne weiteres einleuchtet, bei gleicher Umgebungstemperatur nicht von dem Gewichte, sondern von der Oberfläche jener warmen Masse ab. Es muß also der Oberfläche des hungernden Tieres ein bestimmender Einfluß auf die Größe des Stoffverbrauchs zukommen. Den Beweis dafür hat M. Rubner[3]) erbracht, welcher den Stoffverbrauch verschieden großer Hunde von annähernd gleichem Ernährungszustande bei vollständiger Nahrungsentziehung ermittelte. Für eine Umgebungstemperatur von 15° C. wurden von ihm folgende Werte für den 1. Hungertag angegeben:

---

[1]) Bidder und Schmidt, Die Verdauungssäfte und der Stoffwechsel 1852, S. 292; Bischoff und Voit, Die Gesetze der Ernährung des Fleischfressers 1860; Pettenkofer und Voit, Zeitschrift für Biologie 2. Bd., 1866, S. 478 und 5. Bd., 1869, S. 369 usw.

[2]) Zeitschrift für Biologie 17. Bd., 1881, S. 218.

[3]) Zeitschrift für Biologie 19. Bd., 1883, S. 535.

Hund	Körpergewicht	Körperoberfläche	Oberfläche qcm pro 1 kg Gewicht	Energieverbrauch [1]) in 24 Stunden	
				pro 1 kg Gewicht	pro 1 qm Oberfläche
Nr.	kg	qcm		cal	Cal
1	31,20	10750	344	36,58	1036
2	24,00	8805	366	40,91	1112
3	19,80	7500	379	45,87	1207
4	18,20	7662	421	46,20	1097
5	9,61	5286	550	65,16	1183
6	6,50	3724	573	66,07	1153
7	3,19	2423	726	88,07	1212

Wie diese Zahlen illustrieren, ist die Oberfläche pro Kilogramm Körpergewicht um so größer, je kleiner das Tier. Dementsprechend unterhalten kleinere Tiere auf die Körpergewichtseinheit eine stärkere Stoffzersetzung als größere. Der Gesamtstoffwechsel, wie er durch den Energieverbrauch dargestellt wird, ist dabei annähernd proportional der Körperoberfläche.

Dieses für die weitere Erforschung der tierischen Ernährung hochbedeutsame Gesetz ist durch zahlreiche andere Beobachtungen [2]) vollkommen sicher gestellt worden. Es will sogar scheinen, als ob die verschiedenen Klassen der Warmblüter auf gleiche Körperoberfläche bei Nahrungsentziehung annähernd denselben Stoffbedarf haben, indem sich nach E. Voit [3]) folgende Mittelwerte berechnen:

	Schwein	Mensch	Hund	Kaninchen	Gans	Huhn	Maus
Körpergewicht kg . .	128	64	15	2,3	3,5	2,0	0,018
Energieverbrauch, Cal pro 1 qm Oberfläche	1078	1042	1039	917 [4])	967	943	1118

Da indessen die Abkühlungserscheinungen bei den verschiedenen Warmblütern je nach der Körpertemperatur, der Haar- oder Federbekleidung, dem Fettpolster unter der Haut usw. mancherlei Abweichungen zeigen, so sind die obigen Zahlen doch vielleicht weniger der Ausdruck einer strengen Gesetzmäßigkeit, als des Zufalls. [5])

Den wichtigsten, immer scharf hervortretenden, wenn auch nicht ausschließlich

---

[1]) Berechnet aus der Fleisch- und Fettzersetzung.

[2]) M. Rubner, Biologische Gesetze, Marburg 1887, S. 17; E. Voit, Zeitschrift für Biologie 41. Bd., 1901, S. 113; B. Slowtzoff, Archiv für die ges. Physiologie 95. Bd., 1903, S. 158.

[3]) Zeitschrift f. Biologie 41. Bd., 1901, S. 120.

[4]) Unter Abzug der Fläche der Ohren berechnet, die beim Kaninchen vermutlich ein Entwärmungsorgan darstellen.

[5]) In einem gewissen Widerspruch zu dem Gesetz der Abhängigkeit des Umsatzes von der Körperoberfläche scheinen einige Beobachtungen zu stehen, die ebenfalls M. Rubner (Gesetze des Energieverbrauchs 1902, S. 274) an hungernden Tieren gemacht hat, und nach denen sich bei einem und demselben Tiere in verschiedenem Ernährungszustande der Energieverbrauch mehr dem Lebendgewicht als der Oberfläche anpaßte. Ein hungerndes Kaninchen zeigte z. B. folgende Verhältnisse:

bestimmenden Einfluß auf den Stoffverbrauch hungernder Tiere muß nach den vorausgegangenen Darlegungen neben der Körperoberfläche die Temperatur der Umgebung haben. Eingehende Untersuchungen hierüber, welche wir gleichfalls M. Rubner[1]) verdanken, lassen dies klar erkennen. Ein kleiner Hund von 3,4—4,5 kg Gewicht, welcher bei verschiedenen Temperaturen im Tierkalorimeter gehalten wurde, atmete z. B. bei 7,6° C. 28,2, bei 25° C. dagegen nur 17,3 g Kohlenstoff in der Form von Kohlensäure, im letzteren Falle also 38,7% weniger aus; er gab dabei folgende Mengen Wärme pro 1 kg Lebendgewicht aus:

bei	7,6° C.	15° C.	20° C.	25° C.	30° C.	35° C.
	86,4 Cal	63,0 Cal	55,9 Cal	54,2 Cal	56,2 Cal	68,5 Cal

Nimmt man an, daß der Stoffumsatz durchschnittlich bei 30° C. das Minimum erreicht und setzt die hierbei beobachtete Wärmeproduktion gleich 100, so berechnet sich aus den Versuchen des genannten Forschers für einen langhaarigen (A) und einen geschorenen Hund (B) folgende Produktion an Wärme bei verschiedenen Umgebungstemperaturen:[2])

Hungertag	5.	9.	13.	16.	18.
Lebendgewicht g . . .	2091	1907	1731	1651	1440
Energieverbrauch Cal .	109,9	98,9	88,2	81,6	76,6
desgl. pro 1 kg Gewicht	52,1	51,9	50,9	49,4	53,0
Körpertemperatur °C. .	39,9	39,9	39,2	38,8	37,5

Wenn sich auch hier der Umsatz nach dem Körpergewicht ordnet, so ist doch zu beachten, daß einerseits die Körpertemperatur des Tieres allmählich sank und durch Falten- und Runzelbildung in der Haut ein besserer Schutz gegen Wärmeverluste ermöglicht wurde. Beim hungernden Tiere werden also durch kompensierende Einflüsse, die im Einzelfalle verschiedener Art sind, die Wärmeverluste so gemindert, daß infolgedessen der Energieverbrauch mit großer Annäherung parallel der Lebendgewichtsveränderung verläuft. — Nach weiteren Untersuchungen von E. Voit (Zeitschr. f. Biologie, 41. Bd., 1901, S. 113) spielt bei hungernden Tieren die Masse der lebenden Zellen, d. i. die Menge der Stickstoffsubstanz des Körpers nach Abzug des Knochen- und Hautgewebes eine maßgebende Rolle im Energiebedarf. Der genannte Forscher berechnet z. B. aus einem Versuche Rubners mit hungernden Kaninchen folgendes:

Hungertag	3.	5.	7.	9.	10.—12.	13.—14.	15.—16.	17.—18.
Lebendgewicht in g . .	2185	2093	2007	1923	1841	1735	1646	1507
Energieverbrauch in Cal:								
für 1 qm Oberfläche	730	556	499	488	494	463	452	428
für 100 g Körperstickstoff	310	243	220	221	227	222	218	219
für 1 kg Körpergewicht	71,0	55,9	50,8	50,5	51,6	50,7	49,2	47,8

Das Gesetz der Oberflächenwirkung verliert also seine Geltung, wenn infolge andauernder Nahrungsentziehung sich die Zusammensetzung des Körpers wesentlich ändert. Nur bei Tieren von annähernd gleichem Ernährungszustande, wie er nach eintägiger Nahrungsentziehung noch vorhanden ist, zeigt sich die oben hervorgehobene Beziehung zwischen Wärmeabgabe bezw. Stoffverbrauch und Körperoberfläche.

[1]) Biologische Gesetze, Marburg 1887 und Gesetze des Energieverbrauchs 1902, S. 105.

[2]) Gesetze des Energieverbrauchs 1902, S. 146.

Temperatur	A	B
0°	205 Cal	271 Cal
10°	170 „	214 „
20°	135 „	157 „
30°	100 „	100 „

Durch Erhöhung der Umgebungstemperatur ist hiernach der Stoffverbrauch bezw. die Wärmeproduktion herabgesetzt worden

	A	B
bei 10° C. um	26%	36%
„ 20° „ „	41 „	53 „
„ 30° „ „	51 „	63 „

Je nach dem Ausstrahlungsvermögen der Körperoberfläche, welches von der Haarbekleidnng beeinflußt wird, läßt sich also durch Erhöhung der Umgebungstemperatur der Stoffumsatz hungernder Hunde um 50—60% des Hungerbedarfs vermindern, eine Tatsache, welche große Bedeutung für die Feststellung des Nahrungsbedarfs bei Erhaltungsfutter besitzt. In seinem Stoffverbrauch paßt sich der hungernde Organismus innerhalb weiter Grenzen der Temperatur der Umgebung an. Wie auch andere Versuche Rubners mit kleineren Temperaturintervallen lehren, folgt die Wärmeproduktion des nicht gefütterten Tieres mit staunenswerter Exaktheit den kleinsten Schwankungen der Temperatur, so daß Unterschiede von 1° C. noch deutlich zum Ausdruck kommen. Die Anpassung an den Wärmeverlust beherrscht unter diesen Umständen einzig und allein den Stoffverbrauch.

Wie das weiter oben angeführte Beispiel und andere Beobachtungen zeigen, besteht für diese Wärmeregulation im Organismus eine gewisse, wenn auch nicht sehr scharf ausgeprägte Grenze. Steigt die Temperatur über 25—30° C., so findet eine weitere Einschränkung der Wärmeproduktion, bezw. des Stoffverbrauchs nicht mehr statt, sondern es bleibt zunächst dieser Verbrauch auf nahezu gleicher Höhe stehen. Es liegt dies daran, daß gewisse Leistungen des Organismus, die Tätigkeit der Drüsen, die Atmungs- und Herzbewegungen, welche mit einem Stoffverbrauch verbunden sind, sich durch weitere Zufuhr von Wärme aus der Umgebung nicht vermindern lassen, sondern in gleicher Stärke fortbestehen und selbst soviel Wärme liefern, als bei diesen Temperaturen noch zur Deckung der geringen Verluste durch Abkühlung verbraucht wird. Führt man den Tieren noch mehr Wärme von außen zu, hält man die Umgebungstemperatur auf 30—35° C., so tritt Überwärmung des Körpers, ein pathologischer Zustand, ein, der dann, wie das (S. 99) angeführte Beispiel lehrt, eine plötzliche und bedeutende Steigerung des Stoffzerfalls zur Folge hat.

Die untere Grenze für den minimalsten Stoffverbrauch hungernder Tiere liegt hiernach bei einer Umgebungstemperatur von 25—30° C. Unterhalb dieser „kritischen Temperatur“ facht jede weitere Verminderung der Außentemperatur die Verbrennungsvorgänge im Körper zu stärkerer Entfaltung an, es steigt der Sauerstoffkonsum, die Kohlensäureproduktion und damit in Verbindung die Wärmebildung; der Stoffverbrauch steht hier hauptsächlich unter

dem Einfluß der „chemischen Wärmeregulation". Anders liegen die Verhältnisse oberhalb jener Umgebungstemperatur. Hier ist eine weitere Einschränkung der Wärmeerzeugung im Körper trotz der erhöhten Außentemperatur ausgeschlossen, die chemische Wärmeregulation hat ihr Ende erreicht, und es tritt an ihre Stelle in allmählichem Übergange die „physikalische Regulation", welche auf rasche Entfernung der im Körper erzeugten Wärme gerichtet ist. Die Hilfsmittel, deren das Tier sich hierbei bedient, sind die Leitung und Ausstrahlung der Wärme, sowie die Verdunstung von Wasser aus Haut und Lunge. Die kapillaren Blutgefäße der Haut füllen sich stärker und führen der Körperoberfläche auf diesem Wege mehr Wärme zu, als bei niedriger Umgebungstemperatur, wodurch die Abgabe von Wärme durch Kontakt mit der Luft oder kälteren Gegenständen, sowie durch Ausstrahlung erleichtert wird; die Tiere nehmen in der Ruhelage wie beim Stehen eine Haltung an, durch welche die wärmeableitenden Flächen möglichst groß werden. Das mächtige Abkühlungsmittel, die Wasserverdunstung durch die Haut, wird in ausgiebigem Maße in Anspruch genommen und entfernt mit jedem Gramm Wasser, das als Dampf abgegeben wird, einen Betrag von 0,592 Cal an Wärme. Auch die Schweißdrüsen beginnen ihre Tätigkeit, indem sie in der abgesonderten Flüssigkeit nicht unbedeutende Wärmemengen dem Körper entziehen.

In welchem Umfange die beiden Formen der Wärmeregulation, welche wir eben kennen gelernt haben, in die Erscheinung treten, zeigen die folgenden Beobachtungen Rubners[1]) an einem hungernden Hunde, der bei voller winterlicher Haarbekleidung bei 7—20° C. die chemische, von da ab die physikalische Regulation erkennen ließ, und dessen Wärmeabgabe bei verschiedenen Temperaturen sich verteilte, wie folgt:

Temperatur der Luft	Gesamte Wärmeproduktion pro 1 kg	Wärmeabgabe		
		durch Leitung und Strahlung	als latente Wärme im Wasserdampf	zusammen
°C.	Cal	Cal	Cal	Cal
7,6	83,5	71,7	11,8	83,5
15,0	63,0	49,0	14,0	63,0
20,0	53,5	37,3	16,2	53,5
25,0	54,2	37,3	16,9	54,2
30,0	56,2	30,0	26,2	56,2

Wir sehen, Leitung und Strahlung nehmen mit dem Anwachsen der Temperatur ab, von 72 bis auf 30 Cal; die Gesamtwärmeproduktion hatte bei 20° C. ihr Minimum erreicht, bei 30° C. ist das Tier auf dem Minimum der Wärmestrahlung und Leitung angekommen, keine noch so bedeutende Erhöhung der Wärmebildung vermag auf diesem Wege mehr Wärme nach außen zu treiben; dafür öffnen sich von diesem Punkte an die Schleusen der Wasserverdunstung.

Der Stoff- und Energieumsatz im hungernden Organismus stellt nach den vorausgegangenen Darlegungen eine Größe dar, die nicht unverständlichen

[1]) Archiv für Hygiene 11. Bd., 1890, S. 287.

Schwankungen unterworfen ist, sondern scharf bestimmt wird von den funktionellen Leistungen des Tieres, die ihrerseits wiederum hauptsächlich abhängen von der Körperoberfläche und der Umgebungstemperatur.

Das Verhältnis, in welchem sich die verschiedenen Bestandteile des Körpers an dem Stoffzerfalle beim Hunger beteiligen, ist kein konstantes, sondern wird in erster Linie bestimmt von der unmittelbar vorangegangenen Nahrungszufuhr und dem Ernährungszustande. Die aus dem Verdauungsschlauche resorbierten Stoffe unterliegen ja nicht einem sofortigen absolut vollständigen Zerfall, sondern werden je nach dem Bedarf des Tieres kürzere oder längere Zeit im Säftestrom zurückbehalten. Ein reichlich mit Eiweiß ernährtes Tier wird daher, wenn ihm plötzlich die Nahrung entzogen wird, zunächst von dem Eiweißüberschuß, der sich vorher angehäuft hat, zehren und erst später den Bestand der eigentlichen Organe angreifen. Mit dieser Ansicht decken sich eine große Zahl von Beobachtungen, die mit verschiedenen Arten von Fleischfressern zuerst von C. Voit[1]) angestellt worden sind. Der letztere ermittelte bei einem und demselben Hunde in drei Versuchsreihen die Ausscheidung an Harnstoff, in welcher Form beim Fleischfresser der bei weitem größte Teil der Eiweißzersetzungsprodukte den Körper verläßt; er fand hierbei folgende Tageswerte:

Hungertag	Reihe I	Reihe II	Reihe III
1	60,1 g	26,5 g	13,8 g
2	24,9 „	18,6 „	11,5 „
3	19,1 „	15,7 „	10,2 „
4	17,3 „	14,9 „	12,2 „
5	12,3 „	14,8 „	12,1 „

In der 1. Reihe hatte der Hund vor Beginn der Hungerperiode 2500 g mageres Fleisch, in der 2. 1500 g und in der 3. gemischte Kost mit nur wenig Fleisch erhalten. Man erkennt aus den Zahlen, daß der Eiweißzerfall nach vorausgehender reichlicher Eiweißzufuhr ganz auffallend größer ist, dabei aber viel rascher absinkt als nach der ärmlichen Ernährung in der 3. Reihe. Schon nach 5 Tagen ist dieser Einfluß der vorherigen Fütterung verschwunden, und das Tier hat sich auf einen ziemlich gleichmäßigen Eiweißverbrauch, der 12 bis 15 g Harnstoff entspricht, eingestellt. Trotz des großen Vorrates von Eiweiß in den Organen wurde hier nach 4 tägiger Nahrungsentziehung nur ein kleiner Bruchteil des Körpereiweißes, ca. 1 %, zerstört. Wenn dagegen eine gewisse Portion Eiweiß, welche höchstens 12 % der beim Hunger am Körper befindlichen Eiweißmenge beträgt, in der Nahrung zugeführt wird, so wächst die Eiweißzersetzung ganz unverhältnismäßig, sie wird 15 mal so groß wie beim Hunger. Hieraus ist zu schließen, daß das unmittelbar der Nahrung entstammende, in den Säften zirkulierende, gelöste Eiweiß viel leichter zersetzt wird, als das in den Organen abgelagerte organisierte Eiweiß. Dieser von C. Voit zuerst nachgewiesene Unterschied zwischen Zirkulationseiweiß und Organeiweiß ist von der größten Bedeutung für das Verständnis aller Vorgänge, welche mit dem Eiweißumsatz und mit der Fleischbildung im Zusammenhange stehen. Ohne uns

[1]) Zeitschrift für Biologie 2. Bd., 1886, S. 307 und Anmerkung 1, S. 97.

darüber schlüssig zu machen, ob die erstere Form, das Zirkulationseiweiß, als „lebend" oder „tot", als Zellbestandteil oder nicht, aufzufassen ist, bezeichnen wir mit diesem Namen dasjenige Eiweiß, welches im ganzen Körper im flüssigen Zustande zirkuliert, alle Organe durchtränkt und auf seinem Wege unter dem Einflusse der Zellen einem raschen Zerfall unterliegt, während das organisierte Eiweiß der Gewebe eine weit größere Beständigkeit besitzt. Bei Mangel an zirkulierendem Eiweiß, wie z. B. an den späteren Hungertagen, wird ein geringerer Teil des Organeiweißes in Zirkulation gezogen.

Neben dem Eiweiß dienen zur Deckung des Energiebedarfs im hungernden Tiere auch die in den Geweben vorhandenen stickstofffreien organischen Stoffe, vor allem das Glykogen und das Fett. Ähnlich dem Zirkulationseiweiß stellt das Glykogen einen Stoff dar, welcher bei Nahrungsentziehung einem sehr schnellen Verbrauch unterliegt.[1]) Dasselbe verschwindet jedoch ebenfalls aus dem hungernden Organismus niemals so vollständig, daß sich in verhungerten Tieren nicht noch kleine Mengen davon nachweisen ließen. Da indessen die Menge des Glykogens, die sich selbst in wohlgenährten Tieren vorfindet, im Vergleich zum Eiweiß und Fett stets gering ist, so hat man dasselbe bei den Untersuchungen über den Gesamtumsatz in der Regel nicht berücksichtigt, sondern die Endprodukte des Stoffwechsels lediglich so betrachtet, als ob sie nur aus Eiweiß und Fett hervorgegangen seien. — Wie nun schon die auf S. 97 vorgeführte Versuchsreihe Rubners illustriert, beteiligt sich neben dem Eiweiß das Körperfett in bedeutendem Umfange an der Erzeugung der vom hungernden Tiere benötigten Kraft und Wärme. Je fettreicher der Körper, um so größer ist der Anteil des Fettes am Umsatz und um so geringer der Betrag an Eiweiß, der dem Zerfall unterliegt.[2]) Recht deutlich tritt dies in einigen weiteren Untersuchungen Rubners hervor,[3]) die mit einem und demselben Hunde in verschiedenem Ernährungszustande ausgeführt worden sind; auf 1 kg Lebendgewicht wurden folgende Verhältnisse gefunden:

Körperzustand	Stoffzersetzung		Wärmeproduktion	Prozentischer Anteil an der Wärmebildung	
	Fleisch	Fett		Fleisch	Fett
	g	g	Cal	g	g
fett	0,85	5,74	59,9	6,1	93,9
mager	1,98	5,20	58,6	14,4	85,6
sehr mager	2,11	4,66	54,0	16,7	83,3

Im gut genährten Zustande der Tiere ist die Eiweißzersetzung klein, der Fettverbrauch groß; mit sinkendem Fettbestande nimmt der Eiweißverbrauch zu, der Fettverbrauch ab. Das Körperfett schützt also das Organeiweiß vor dem Verbrauch, indem es an Stelle desselben zerfällt und Energie liefert. Mag in-

[1]) S. u. a. Finkeler, Archiv für die ges. Physiologie 23. Bd., 1880, S. 175 und M. Rubner, Zeitschrift für Biologie 30. Bd., 1894, S. 119.

[2]) C. Voit, Zeitschrift für Biologie 2. Bd., 1866, S. 326; M. Rubner, ebendaselbst 17. Bd., 1881, S. 234; F. Kuckein, ebendaselbst 18. Bd., 1882, S. 19; E. Voit, ebendaselbst 41. Bd., 1901, S. 502.

[3]) M. Rubner, Gesetze des Energieverbrauchs 1902, S. 294.

dessen ein Tier noch so fettreich sein, niemals wird der Verbrauch an Eiweiß vollständig aufgehoben, weil dieser Substanz besondere physiologische Funktionen zufallen, die kein anderes Material zu leisten imstande ist.

Nach diesen Darlegungen stellt der Eiweißverbrauch des hungernden Tieres keine bestimmte, etwa zu dem Gewicht oder dem Eiweißgehalte des Körpers in fester Beziehung stehende Größe dar, sondern wird von dem Fettgehalte des Körpers sehr stark beeinflußt. Sinkt im Laufe der Hungerperiode der Fettvorrat unter eine gewisse Grenze, so zieht jede weitere Verminderung dieses Vorrates eine Erhöhung des Eiweißzerfalles nach sich, die dann alsbald zum Tode führt. Ein Beispiel hierzu bietet die S. 97 erwähnte Versuchsreihe, in welcher an den beiden letzten Hungertagen der Eiweißumsatz von 5,92 auf 13,27 g stieg, der Fettgehalt sich dagegen von 7,4 g auf 1,0 g verminderte.

Untersuchungen über den Stoff- und Energie-Umsatz hungernder Wiederkäuer sind bis jetzt nur in beschränkter Ausdehnung ausgeführt worden,[1]) und wenn dieselben auch wegen der unvollständigen Entleerung von Resten vorausgegangenen Futters aus Magen und Darm nicht zu solcher Klarheit führen konnten, wie die Beobachtungen mit Tieren, deren Verdauungsapparat einfacher gestaltet ist, so lassen sie doch immerhin erkennen, daß die an anderen Tierklassen erforschten wichtigen Gesetze auch für die landwirtschaftlichen Nutztiere allgemeine Geltung haben.

2. Ungenügende Nahrungszufuhr.

Hat man den Energie-Bedarf eines Tieres bei vollständiger Nahrungsentziehung festgestellt und reicht demselben alsdann soviel Nahrung, sei es in der Form von Eiweiß, Fett, oder Kohlenhydraten, daß der Hungerbedarf nicht vollständig gedeckt wird, so zerfallen die zugeführten Stoffe an Stelle von Körpersubstanz und schützen die letztere vor dem Verbrauch. Nach dem Gesetz von der Erhaltung der Kraft ist zu erwarten, daß jede Wärmeeinheit, welche im hungernden Tiere aus zugeführter Nahrung entsteht, den Verbrauch an Körpersubstanz um den gleichen Betrag herabsetzt, diese Vertretung also nach Maßgabe des physiologischen Nutzwertes der Körper- und Nahrungssubstanzen erfolgt.

Diese Frage, die eine grundlegende Bedeutung für die Ernährungslehre besitzt, hat wiederum Rubner[2]) zuerst experimentell behandelt. Nachdem er schon früher festgestellt hatte, daß die von einem Tier tatsächlich abgegebene Wärme übereinstimmt mit der aus dem jeweiligen Stoffgehalt berechneten Menge, zeigte er zunächst, daß kleine Mengen Fett, an hungernde Hunde und Kaninchen verabreicht, den gleichen Betrag von Körperfett vor dem Verbrauch schützen. Darauf verglich er die Sparwirkung, welche mageres Muskelfleisch, ausgelaugte Muskelsubstanz, Rohrzucker, Stärkemehl und Traubenzucker bei hungernden Tieren ausüben. Einem Hunde z. B., dessen Fleisch- und Fett-Umsatz am 5. und 6. Hungertage aus der Stickstoff- und Kohlenstoff-Ausscheidung ermittelt worden war, verabreichte er am 7. und 8. Hungertage 720 bezw. 660 g mageres Muskelfleisch und untersuchte wieder die Stickstoff- und Kohlenstoff-Ausscheidung; hierbei fand er:

[1]) H. Grouven, 2. Bericht der Versuchsstation Salzmünde 1864, S. 127.
[2]) Zeitschrift für Biologie 19. Bd., 1883, S. 313 und 22. Bd., 1886, S. 40.

	Stickstoff-Ausscheidung	Zersetztes Fett
bei Hunger . . .	3,16 g	75,92 g
„ Fleischzufuhr . .	20,63 „	30,73 „
Differenz . . .	+17,47 g	—45,20 g

Die Fleischzufuhr hatte somit die Stickstoff-Ausscheidung, d. i. den Eiweiß-Umsatz bedeutend gesteigert, den Fettzerfall jedoch erheblich verringert. Da nun den 17,47 g Stickstoff, die mehr ausgegeben wurden, 113,38 g Fleischtrockensubstanz entsprechen, und dieses Quantum 45,20 g Fett am Körper erspart hat, so folgt hieraus, daß um 100 g Körperfett vor dem Zerfall zu schützen, 250 g wasserfreies Muskelfleisch erforderlich sind. Das Fleisch hatte bei der Verfütterung Zimmertemperatur, und um es auf Körpertemperatur zu bringen, würde soviel Wärme erforderlich gewesen sein, als bei vollständiger Verbrennung von 1,4 g Fett erzeugt wird. Unter Berücksichtigung dieser Korrektur würde sich das eben berechnete Verhältnis auf 100 : 243 stellen. — In zwei weiteren Versuchen gleicher Art wurden 100 g Körperfett durch 243 g Fleischtrockensubstanz bezw. 225 g ausgelaugtes wasserfreies Muskelfleisch (Syntonin) vor der Zersetzung bewahrt.

In fast genau dem gleichen Verhältnis zueinander, wie hier das Körperfett zu dem in der Nahrung gereichten Fleisch, steht nun auch der Vorrat an nutzbarer Energie, welcher in den beiden Stoffen verfügbar ist. Rechnet man für das verzehrte Fleisch die S. 85 angegebenen Werte und für 1 g Hundefett den direkt ermittelten Betrag von 9,4 Cal, so würden 235 g mageres Muskelfleisch oder 213 g ausgelaugtes Fleisch dem Tiere dieselbe nutzbare Menge Energie zuführen, wie 100 g Fett.

Die gleichen Versuche hat Rubner, wie bemerkt, auch mit Rohrzucker und Stärkemehl ausgeführt und ferner noch die Wirkung des Nahrungsfettes mit der des Traubenzuckers verglichen. Alle Untersuchungen führten ihn zu folgenden Zahlen für die Nährstoffmengen, durch welche 100 g Körperfett im hungernden Fleischfresser vor dem Verbrauch geschützt werden können:

	Berechnet nach dem physiologischen Nutzwert	Beobachtet im Tierversuch
Mageres Fleisch	235 g	243 g
Ausgelaugtes Fleisch . . .	213 „	225 „
Stärkemehl	229 „	232 „
Rohrzucker	235 „	234 „
Traubenzucker	255 „	256 „

Die nahe Übereinstimmung der aus den kalorischen Werten berechneten mit den am Tier wirklich gefundenen Äquivalentzahlen rechtfertigt den Schluß, daß die einzelnen Nährstoffe in solchen Rationen, welche den Hungerbedarf nicht überschreiten, sich nach Maßgabe derjenigen Wärmemengen vertreten, die aus ihnen bei ihrem Zerfall im Organismus frei werden. Die Quantitäten der Nahrungsstoffe, welche unter diesen Um-

ständen 100 g Fett ersetzen, bezeichnet Rubner als „isodynam"; das eben erwähnte Gesetz ist also das der isodynamen Vertretung der Nährstoffe.

Der Endzustand, welchen die Energie der dem Verbrauch unterliegenden Nährstoffe im ruhenden Organismus annimmt, ist in der Tat die Wärme; es wäre aber irrig, wollte man die physiologische Wirkung der eingeführten Nährstoffe nur in dieser Wärmeproduktion erblicken. Wir haben ja bereits (S. 99 u. f.) gesehen, daß gewisse Leistungen der Zellen, die das Leben darstellen, sich nicht durch bloße Wärmezufuhr ermöglichen lassen, sondern andere Formen kinetischer Energie benötigen, die erst nach dem Vollzug dieser Leistungen als Wärme in die Erscheinung treten. Ein Teil der potentiellen Energie der Nährstoffe nimmt freilich beim Abbau und der Oxydation dieser Stoffe im Verdauungskanal und in den Zellen direkt die Form von Wärme an, und ein anderer Teil dient zur Erzeugung derjenigen mechanischen und chemischen Energie, welche bei dem Verzehr, der Verdauung und Verarbeitung der Nahrung verbraucht wird und darnach für die eigentlichen Funktionen der Zellen nicht mehr verwertet werden kann. Zu diesem letzteren Teil haben wir folgendes zu rechnen:

1. Die Kau- und Verdauungsarbeit, einschließlich der mechanischen Arbeiten des Magens und des Darmes, sowie diejenigen Änderungen der Energieform, welche durch Quellung, Lösung und Enzymwirkung im Futterbrei Platz greifen;

2. die Zersetzungs- und Fäulnisvorgänge, welche durch Mikroorganismen hervorgerufen werden und potentielle Energie in Wärme überführen;

3. die gesteigerte mechanische Arbeit, welche mit der Resorption und dem Säftekreislauf verbunden ist, und

4. die molekularen Umlagerungen der Verdauungsprodukte (Assimilationsarbeit) bei deren Übergang in Zellsubstanz.

Alle diese Vorgänge sind mit einer Produktion von Wärme verknüpft, indem ja die Energie, welche zu jedweder mechanischen Leistung der Muskeln oder chemischen Arbeit der Zellen benötigt wird, in letzter Instanz die Form von Wärme annimmt. Alles, was aber von der potentiellen Energie der Nahrungsstoffe einmal in Wärme übergegangen ist, kann nur noch als Wärme wirken und ist für andere Zwecke verloren, weil im Organismus keine Einrichtung besteht, freie Wärme in andere Energieformen zurückzuverwandeln. Vom Standpunkte des gesamten Energie-Umsatzes aus bezeichnen wir diesen Teil der nutzbaren Energie der Nährstoffe als thermische Energie, zum Unterschiede von dem anderen, den vitalen Funktionen der Zellen direkt dienenden Teil, den wir hinfort dynamische Energie nennen wollen. Hierbei ist aber nicht zu vergessen, daß auch der letztere Teil bei dem Vollzug seiner Leistungen in den Zellen ohne Verlust den Endzustand der Wärme annimmt.

Eine ganze Reihe experimenteller Beobachtungen spricht dafür, daß man berechtigt ist, die energetische Wirkung der Nahrungsstoffe in diese beiden Formen zu zerlegen. Wenn sich das Tier freilich noch innerhalb des Gebietes der chemischen Wärmeregulation befindet, die Nahrungszufuhr den Hungerbedarf nicht erreicht, und es dabei in erster Linie darauf ankommt, den Wärmeverlust zu decken, so bleibt es gleichgültig, ob an dynamischer Energie etwas mehr als

nötig zugeführt wird; ein Unterschied zwischen beiden Energieformen tritt dann nicht zutage, sondern es werden beide in vollem Umfange verwertet, und das Gesetz der isodynamen Vertretung beherrscht den Verbrauch. Anders wird es, wenn man die Umgebungstemperatur allmählich erhöht. Es wird dann der Wärmebedarf herabgesetzt, während der Bedarf an dynamischer Energie für die nicht thermischen Leistungen der Zellen unverändert fortbestehen bleibt; denn die „innere Arbeit“ kann ja durch Wärmezufuhr nicht vermindert werden. Durch die Erhöhung der Umgebungstemperatur kann also vom Stoffverbrauch nur der Teil erspart werden, welcher lediglich zwecks Deckung des Wärmebedarfs zersetzt wird. Je höher nun die Außentemperatur steigt, um so enger wird der Spielraum, innerhalb dessen noch Körper- oder Nahrungssubstanz durch Wärme von außen erspart werden kann, bis in die Nähe des kritischen Punktes (30—33° C.) die Grenze für diese Ersparnis erreicht ist. Von diesem Punkte an beschränkt sich der Stoffzerfall lediglich noch auf die Deckung des Bedarfs an dynamischer Energie, während die direkt erzeugte Wärme physiologisch wirkungslos wird.

Diese Betrachtungen deuten bereits den Weg an, der einzuschlagen war und von M. Rubner[1]) beschritten worden ist, um der direkten Wärmebildung aus den Nährstoffen nachzuspüren. Der genannte Forscher verfuhr so, daß er hungernde Hunde im Zustande der physikalischen Regulation (bei einer Umgebungstemperatur von 33° C.) hielt und zunächst die Wärme maß, welche die Tiere hierbei abgaben. Darauf wiederholte er diese Messung bei derselben Umgebungstemperatur und bei einer Nahrung, in welcher nur soviel nutzbare Energie vorhanden war, als dem vorher festgestellten Verbrauch bei Hunger entsprach. Wenn also z. B. der hungernde Hund bei 33° C. in 24 Stunden pro Kilogramm Körpergewicht 55,4 Cal an Wärme abgab, so verabreichte Rubner in der Form von Fleisch, Fett oder Kohlenhydrat annähernd soviel, daß der Nutzwert der Zufuhr wiederum annähernd jenen 55,4 Cal gleichkam. Bei dieser Zufuhr wurde nun stets mehr Wärme abgegeben als unter den gleichen Verhältnissen bei Hunger, und zwar betrug diese Wärmemehrung gegenüber dem Hungerzustande bei der Fütterung mit

reinem Fleisch	30,9 %
Leim	28,0 „
Fett	12,7 „
Rohrzucker	5,8 „

Zum Zwecke der Erhaltung eines Hundes im Energie-Gleichgewichte bei der kritischen Umgebungstemperatur hätte man für jede 100 Cal Wärmeabgabe, die bei vollständiger Nahrungsentziehung zu beobachten ist, zu verabreichen in der Form von

reinem Fleisch	140,2 Cal
Fett	114,5 „
Rohrzucker	106,4 „

[1]) Gesetze des Energieverbrauchs 1902, S. 315 und 327. Rubner selbst gelangte nicht dazu, die beiden Energieformen zu unterscheiden, sondern spricht lediglich von einer „spezifischen Wärmemehrung“, welche durch Eiweiß, Fett oder Zucker hervorgerufen wird.

In diesen Zahlen haben wir einen, wenn auch noch nicht ganz sichergestellten, so doch annähernden Ausdruck für das Verhältnis der beiden Energieformen, wie es sich beim Fleischfresser bei der Verabreichung reiner Nährstoffe darstellt. Da 140,2 nutzbare Cal im Fleisch nur 100 Cal dynamische Energie zu ersetzen vermögen, so stellt sich das Verhältnis auf 71,3 %, beim Fett auf 87,3 und beim Rohrzucker auf 94,0 %. Je 100 g dieser drei Nährstoffe entsprechen somit folgendem Vorrate an dynamischer und thermischer Energie in Cal:

		Fleisch	Fett	Rohrzucker
Dynamische Energie		285,3	821,0	371,7
Thermische „		114,7	119,0	23,8
Physiol. Nutzwert[1])	Sa.	400,0	940,0	395,5

Die hier angeführten Werte Rubners für die Steigerung der Wärmebildung haben selbstverständlich nur Geltung für die Verhältnisse, unter denen sie gewonnen sind, also für den Fleischfresser und für Nährstoffe von der angegebenen Form. Beim Pflanzenfresser, der zumeist einen größeren Aufwand für die Kau- und Darmarbeit zu leisten hat, und in dessen Verdauungskanal die Zersetzungen durch Mikroorganismen wesentlich umfangreicher sind, war vorauszusehen, daß ein größerer Teil der in der Nahrung eingeführten potentiellen Energie direkt die Form von Wärme annehmen muß und daher weniger dynamische Energie liefern kann als beim Fleischfresser. Genauere Angaben über die einzelnen Nährstoffe liegen hier zwar noch nicht vor und werden auch nicht leicht zu erlangen sein, weil wegen der stets im Verdauungsschlauch zurückbleibenden Nahrungsresiduen eine Beobachtung bei vollständiger Nahrungsentziehung undurchführbar ist. Immerhin lassen sich einige Andeutungen über diese Verhältnisse den Untersuchungen entnehmen, welche H. P. Armsby[2]) mit einem Ochsen bei ungenügender Nahrungszufuhr angestellt hat. In der einen Versuchsreihe hatte das Tier in 2 Perioden verschiedene Mengen Timotheeheu neben wenig Leinmehl, in der anderen Reihe zuerst Kleeheu und darauf zu der gleichen Heugabe noch eine Zulage von Maismehl und in einer dritten Reihe nur Kleeheu in verschiedenen Mengen erhalten. Die Wärmeproduktion, welche in einem Respirations-Kalorimeter direkt gemessen und im einzelnen aus der vollständigen Untersuchung des Stoffwechsels berechnet wurde, stellte sich dabei auf folgende Beträge in Cal:

	I. Reihe		II. Reihe		III. Reihe	
	Timotheeheu		Kleeheu	Kleeheu und Mais	Kleeheu	
	1.	2.	1.	2.	1.	2.
Gesamte Wärmeproduktion	9067	10206	10123	10579	11005	11568
Wärme aus dem Futter .	6618	9482	6154	8209	8614	10690
Wärme aus Körpersubstanz	2449	724	3969	2370	2391	878

[1]) S. w. o. S. 85. Anm. 1.

[2]) U. S. Department of Agriculture, Bureau of Animal Industry, Bulletin No. 51 1903, No. 74, 1905 und No. 101, 1908.

In der 2. Periode der Timotheeheufütterung betrug hiernach die Mehrproduktion an Wärme gegenüber der 1. Periode 1139 Cal, die Mehrzufuhr im Futter dagegen 2864 Cal. Somit haben 100 Futterkalorien die Wärmebildung um 40 Cal erhöht. Für die Maiszulage berechnet sich in gleicher Weise diese Steigerung auf 22, und für das Kleeheu (III. Reihe) auf 27 Cal. Da hier das Futter zum überwiegenden Teile aus Kohlenhydraten bestand, so läßt ein Vergleich mit den am Fleischfresser erlangten Zahlen (S. 108) den Unterschied deutlich erkennen, der in der Verwertung der verdauten Substanz zwischen Fleisch- und Pflanzenfresser besteht.

Das Fütterungsminimum, d. i. jener Zustand, in welchem die aufgenommene Nahrung eben die volle Erhaltung des Tieres im Energiegleichgewichte gewährleistet, wird bei einem und demselben Tiere selbstverständlich in erster Linie von der Umgebungstemperatur beeinflußt. Den niedrigsten Stand erreicht dasselbe, wenn die Außentemperatur so hoch ist, daß die chemische Wärmeregulation ganz ausgeschaltet ist; es gleicht in diesem Falle jedoch nicht dem Hungerminimum bei dieser Temperatur, sondern liegt, wie wir erfahren haben, wegen der spezifischen Wärmemehrung durch die thermische Energie der Nährstoffe höher. Nur bei niedriger Umgebungstemperatur kann diese thermische Energie verwertet werden, indem sie für die Wärme eintritt, die sonst aus Körpersubstanz erzeugt werden müßte. Höhere Umgebungstemperaturen ziehen dieser Verwertung eine Grenze. Um diese etwas komplizierten Verhältnisse durchsichtiger zu gestalten, sei nachfolgendes schematisches Beispiel angeführt: Nehmen wir an, ein Tier braucht bei einer Umgebungstemperatur von 10° C. an dynamischer Energie für die Leistungen der Zellen 500 Cal, dazu an Wärme 400 Cal, im ganzen also 900 Cal; wir reichen dem Tiere in der Nahrung jedoch nur 600 Cal, wovon 100 Cal nur als thermische Energie wirken können. Es würden also noch 300 Cal zur Deckung des Wärmebedarfs aus Körpersubstanz erzeugt werden müssen. Bei gleichbleibender Nahrungszufuhr würden sich alsdann infolge einer Erhöhung der Umgebungstemperatur die Verhältnisse gestalten, wie folgt:

	10° C.	20° C.	25° C.	30° C.
A. Bedarf in Cal				
an dynamischer Energie	500	500	500	500
„ Wärme	400	200	100	0
Zusammen	900	700	600	500
B. Nahrungszufuhr in Cal				
an dynamischer Energie	500	500	500	500
„ thermischer „	100	100	100	100
Zusammen	600	600	600	600
C. Aus Körpersustanz ist				
daher zu decken	300	100	0	0
Wärmeüberschuß	—	—	—	100

Hier ist das Fütterungsminimum bei 25° erreicht, wogegen bei 30° sich die ganze, aus der Nahrung stammende thermische Energie als Überschuß dar-

stellt, und durch weitere Wärmezufuhr keine Ersparnis an Körpersubstanz mehr erzielt wird.

Es ist nach diesen Darlegungen vollkommen klar, daß die Vertretbarkeit der Nährstoffe nach Maßgabe ihres Inhaltes an nutzbarer Energie von der Umgebungstemperatur beeinflußt wird. Bei niedrigen Temperaturen, wo der Wärmebedarf groß ist, besteht für die Verwertung der thermischen Energie eben ein größerer Spielraum, als in der Nähe des kritischen Punktes, wo nach Ausschaltung der chemischen Wärmeregulation der Vertretung nur nach dem Inhalt an dynamischer Energie erfolgen kann. Das Gesetz der isodynamen Vertretung hat also nur innerhalb derjenigen Temperaturgrenzen Geltung, in welchen noch Körpermaterial zum Zwecke der bloßen Wärmeproduktion zersetzt wird.

Als wichtigstes Ergebnis aber dieser Betrachtung ist hervorzuheben, daß jeder im Futter aufgenommene Nahrungsstoff dem Organismus zwei Formen der Energie zuführt, die eine als direkt entstehende Wärme, die andere als auch für andere Zwecke nutzbare Energie. Die Verwertung der ersteren hängt innerhalb des Erhaltungsfutters von der Umgebungstemperatur ab, während die dynamische Energie hiervon unabhängig in Funktion tritt und bei etwaigem Überschuß über den Bedarf in Form von Körpersubstanz aufgespeichert bezw. in nutzbare mechanische Kraft übergeführt werden kann, wie in den nächsten Abschnitten darzulegen sein wird.

Was nun den Einfluß einer unzureichenden Nahrungszufuhr auf den Stoffumsatz betrifft, so gestatten uns die eben geschilderten energetischen Verhältnisse hierüber bereits mancherlei Folgerungen. Innerhalb des Gebietes der chemischen Wärmeregulation ersparen die Nahrungsstoffe Körpersubstanz, und es wird hier nunmehr darzulegen sein, auf welche der bei Hunger hauptsächlich dem Verbrauch unterliegenden Körperbestandteile — Eiweiß, Fett und Glykogen — sich jene Sparwirkung erstreckt. Da bei unvollständiger, einseitiger oder reichlicher Nahrungszufuhr jedoch vielfach analoge Erscheinungen zutage treten, so werden wir diese Verhältnisse am besten im Zusammenhange miteinander im nächstfolgenden Abschnitt besprechen, zunächst aber, um Gleichartiges auch räumlich nicht zu sehr auseinanderzurücken, in unserer Betrachtung des Energie-Umsatzes bei Nahrungszufuhr fortfahren.

3. Reichliche Nahrungszufuhr.

Gesetze der Fleisch- und Fettbildung.

a) Energetische Verhältnisse.

Wenn ein Tier eine reichliche Nahrung erhält, so wendet es zunächst einen Teil derselben den Funktionen zu, die auf die bloße Lebenserhaltung gerichtet sind. Nur der Überschuß über dieses Quantum kann zur Vermehrung der Körpersubstanz, sowie zur Erzeugung nutzbarer Muskelkraft dienen. Alles was der Organismus zum Aufbau des Muskelapparates seines Knochengerüstes, seines

Fettgewebes, sowie zur Entstehung und Erneuerung seiner Haar- oder Federbekleidung und zum Wachstum seiner Hufe und Hörner bedarf, entspringt diesem Überschuß. Jede Nahrung, die mehr bietet, als das Tier zur bloßen Erhaltung braucht, können wir somit in zwei Teile zerlegen, den einen, der die bloßen Lebensfunktionen sichert und keinen Zuwachs hervorruft, und den anderen, welcher der eigentlichen Produktion dient. Wir bezeichnen den ersteren als Erhaltungsfutter, den Überschuß als produktiven Teil einer Ration.

Gesetzt nun, wir reichen einem ruhenden Tiere zuerst eine Ration, welche sowohl an dynamischer, wie thermischer Energie gerade soviel enthält, als dem Bedarf für die bloße Erhaltung genügt, und wir legen darauf dieser Ration irgend einen Nahrungsstoff zu, so wird die zunächst wahrnehmbare Folge der veränderten Zufuhr eine Steigerung des Stoff- und Energieverbrauchs sein; es wird die Kohlensäure-Ausscheidung, bei stickstoffhaltigen Nährstoffen auch die Stickstoff-Ausscheidung ansteigen, und zugleich auch eine vermehrte Wärmebildung eintreten. Als Ursachen dieser Steigerung haben wir die schon S. 106 bezeichneten Vorgänge, die Kau- und Verdauungsarbeit, die molekularen chemischen Umlagerungen bei der Resorption und weiteren Verarbeitung der Nährstoffe in den Zellen zu betrachten, Vorgänge, die, wie schon dargelegt, zu einer teilweisen Umwandlung der potentiellen Energie der Nahrungsstoffe in thermische Energie führen. Da letztere nur der Wärmebildung dienen kann, so ist sie an sich für produktive Zwecke verloren. Für den Zuwachs an Körpersubstanz kommt somit nur der übrigbleibende Teil, die dynamische Energie, in Betracht, welche, wie wir S. 108 gesehen haben, nach Versuchen mit karnivoren Tieren beim Fleisch 71,3, beim Fett 87,3 und beim Rohrzucker 94,0% der nutzbaren Energie beträgt. Ob aber dieser Teil des Energie-Vorrats der Nährstoffe ohne jeden Verlust in die neugebildete Körpersubstanz übergeht, ist leider noch nicht festgestellt.

Wenn man nun weiter, um bei dem angeführten Beispiel zu bleiben, einer Grundration, die dem Bedarf an thermischer und dynamischer Energie genau angepaßt ist, steigende Mengen eines und desselben Nährstoffs oder Nährstoffgemisches zulegt, und die Verdauung sowohl des Grundfutters, wie auch der Zulagen gleichbleibt, so läßt sich auf Grund direkter Beobachtungen[1]) aussagen, daß der Ansatz an Körpersubstanz proportional den Zulagen vor sich gehen, die doppelte Zulage also auch den doppelten Ansatz hervorrufen wird. Wechselwirkungen zwischen dem Grundfutter und den Zulagen werden überall da ausgeschlossen sein, wo die Zufuhr an dynamischer Energie im Grundfutter gerade dem Bedarf zur bloßen Lebenserhaltung entspricht. Ist aber das Grundfutter so beschaffen, daß zwar der gesamte Wärmebedarf des Tieres gerade gedeckt, jedoch mehr dynamische und weniger thermische Energie als nötig zugeführt wird, und der Überschuß an ersterer den Mangel an letzterer gerade kompensiert, so wird durch die thermische Energie der Zulage ein Teil der dynamischen Energie des Grundfutters ersetzt und für den Ansatz verfügbar gemacht werden können. Voraussetzung ist nur, daß das Grundfutter ansatzfähiges Material enthält, welches ohne die Zulage

---

[1]) S. w. u. S. 113 und 115.

mangels sonstiger wärmeerzeugender Substanz sonst zur Wärmebildung herangezogen, also zersetzt werden würde.

Um diese etwas verwickelten Verhältnisse durchsichtiger zu gestalten, greifen wir nochmals zu einer schematischen Darstellung. Gesetzt, es beträgt der Erhaltungsbedarf eines Tieres 1000 Cal, von denen die Hälfte durch Erhöhung der Umgebungstemperatur gespart oder in der Form thermischer Energie in der Nahrung zugeführt werden kann, während die andere Hälfte als dynamische Energie zur Wirkung gelangen muß; es werden diesem Tiere steigende Mengen einer Nahrung gereicht, deren Energievorrat zu einem Drittel nur thermisch wirken kann. Der Umsatz wird dann folgenden Verlauf nehmen:

Nahrungszufuhr in Cal	1.	2.	3.	4.	5.
Dynamische Energie . . .	600	667	1000	1333	1667
Thermische „ . . .	300	333	500	667	833
Gesamtzufuhr	900	1000	1500	2000	2500
Zur Erhaltung nötig, Cal:					
Dynamische Energie . . .	500	500	500	500	500
Thermische „ . . .	500	500	500	500	500
Gesamtbedarf	1000	1000	1000	1000	1000
Überschuß über den Bedarf:					
Dynamische Energie . . .	100	167	500	833	1167
Thermische „ . . .	—200	—167	0	+167	+333
Gesamtüberschuß	—100	0	+500	+1000	+1500

Bei der Ration Nr. 1 befand sich das Tier noch nicht im Energie-Gleichgewicht; es empfing zwar an dynamischer Energie 100 Cal mehr als erforderlich, verwandte diesen Betrag aber zur Wärmebildung und mußte dazu noch 100 Cal Wärme durch Zerstörung von Körpersubstanz aufbringen.

Bei der Ration Nr. 2 befand es sich im Gleichgewicht, verbrauchte aber noch 167 Cal der in der Nahrung zugeführten dynamischen Energie zur Wärmebildung.

Mit der 3. Ration erhielt es soviel thermische Energie, daß es zur direkten Wärmeproduktion der Zuziehung von dynamischer Energie nicht mehr bedurfte, letztere vielmehr gespart wurde und in vollem Umfange des Überschusses zur Neubildung von Körpersubstanz beitragen konnte. Hier wurde der gesamte Überschuß der Energiezufuhr (500 Cal) für den Ansatz verfügbar.

Auch bei den Rationen Nr. 4 und 5 wurde die dynamische Energie nicht mehr zur bloßen Wärmebildung benötigt; indessen tritt hier schon zutage, daß nicht mehr der gesamte Überschuß über den Erhaltungsbedarf (1000 bezw. 1500 Cal) zur Produktion von Körpersubstanz verfügbar war, sondern nur der Teil des Überschusses, der in dynamisch wirksamer Form vorhanden war.

Betrachten wir nun die letzten 3 Rationen, bei denen Energie im Überschuß über den Bedarf zugeführt wurde, noch etwas näher, so haben wir (in Cal):

	3	4	5
Gesamt-Überschuß	500	1000	1500
Davon in dynamischer, zum Ansatz verwendbarer Form[1])	500	833	1167
Desgleichen in Prozent des Gesamt-Überschusses . .	100	83,3	77,8

Überschuß und ansatzfähiger Teil desselben sind also trotz gleichbleibender Beschaffenheit der Nahrung einander nicht proportional. Es liegt das eben daran, daß bei der 3. Ration thermische Energie an die Stelle vorher zur Wärmebildung benutzter dynamischer Energie trat und bei der 4. und 5. Ration der erhöhte Betrag an bloß wärmeliefernder Energie nichts mehr zu vertreten vorfand.

Proportionalität zwischen den Zulagen und dem aus letzteren entstehenden Zuwachs an Körpersubstanz tritt erst von dem Punkte an ein, wo von der dynamischen Energie der Zulagen nichts mehr für die bloße Wärmebildung benötigt wird, in unserem Beispiel also von der 3. Ration an. Betrachtet man letztere als Grundfutter und zieht ihre Werte von denen der 4. und 5. Ration ab, so findet man (in Cal):

	4	5
Gesamte Energie-Zufuhr	2000	2500
Ab Zufuhr der 3. Ration	1500	1500
Überschuß	500	1000
Dynamische Energie (ansatzfähig) . . .	833	1167
Ab Zufuhr in der 3. Ration	500	500
Überschuß	333	667
Desgl. in Prozent der im Überschuß zugeführten Gesamtenergie	66,7%	66,7%

In diesen Ausführungen treten die Bedingungen hervor, unter denen sich der Teil des Ansatzes feststellen läßt, der einer Nährstoff- oder Nahrungszulage wirklich entspricht und von einer Wechselwirkung zwischen Grundfutter und Zulage nicht beeinflußt wird. Man muß, wie das obige Beispiel zeigt, von einem Grundfutter ausgehen, welches den Bedarf des Tieres an thermischer Energie vollständig deckt oder denselben überschreitet; man hat daher ein Grundfutter zu wählen, bei welchem bereits ein nicht zu geringer Ansatz stattfindet; ist mit diesem der Zuwachs an Körpersubstanz festgestellt, so legt man die zu prüfende Futtersubstanz zu und ermittelt wiederum den Ansatz; die Differenz im Zuwachs beider Versuche ergibt dann die Wirkung der Zulage, wobei freilich eine etwaige Veränderung des Ernährungszustandes mit in Rechnung gezogen werden muß. Auf letzteren Punkt kommen wir noch zurück.

Die freie Wärme, welche infolge der Kau- und Verdauungsarbeit oder beim Umsatz der resorbierten Stoffe in den Geweben entsteht, kann also unter Umständen eine Sparwirkung ausüben. Namentlich wird dies bei schwächeren

[1]) Mit dieser Bezeichnung soll nicht gesagt werden, daß die dynamische Energie verlustlos im Ansatz wiedererscheint.

Rationen der Fall sein, die nur auf die Erhaltung der Tiere abzielen; hier fließt bei täglich dreimaliger Fütterung die thermische Energie aus der Nahrung dem Tiere so langsam zu, daß ein plötzlicher großer Wärmeüberschuß, der rasch wieder abgegeben werden müßte, kaum entstehen kann. Bei stärkeren Rationen, wie sie namentlich bei Mast- und Milchvieh verwendet werden, verfügt das Tier auch zwischen den Mahlzeiten über so große Wärmemengen, daß alles, was durch Wärme erspart werden kann, auch wirklich erspart wird.

Ebenso wie die aus der Nahrung entstehende Wärme, kann selbstverständlich auch die Umgebungstemperatur die Verwertung der verdauten Nährstoffe beeinflussen. Wir haben (S. 100) bereits gesehen, daß der Bedarf, welcher zur bloßen Erhaltung der Fleischfresser erforderlich ist, durch Steigerung der Außentemperatur ganz bedeutend — um 50—60% — herabgesetzt werden kann. Beim Pflanzenfresser, welcher im Erhaltungsfutter in der Regel solche Futtermittel (Heu, Stroh) aufnimmt, die sehr viel thermische Energie liefern, wird zwar eine so hohe Ersparnis nicht möglich sein, immerhin wird auch hier ein kalter Stall zur Verabreichung größerer Futtermassen zwingen. Noch mehr wird dies beim Schwein zum Ausdruck kommen, dessen gewöhnliche Futtermittel (Wurzel- und Knollenfrüchte, Körner, Milch usw.) einen geringeren Prozentsatz ihrer potentiellen Energie in Form freier Wärme ausgeben. — Anders, als beim Erhaltungsfutter gestalten sich diese Verhältnisse bei reichlichem Produktionsfutter, wie es zum Zwecke der Mästung und Milcherzeugung verabreicht zu werden pflegt. Ein reichlich gefüttertes Tier verfügt in der Regel über einen so großen, der Nahrung entstammenden Betrag an thermischer Energie, daß der Umsatz von den gewöhnlichen Schwankungen der Umgebungstemperatur ziemlich unabhängig und die chemische Wärmeregulation vollkommen aufgehoben ist. So fand z. B. Rubner[1]) bei einem mit Fleisch gefütterten Hunde, dessen Nahrung den Hungerbedarf bei 7° C. gerade deckte, daß die Wärmebildung innerhalb eines Temperaturintervalls von 7—30° C. pro 1 kg Körpergewicht sich nur zwischen 87,9 und 83,0 Cal bewegte, während dasselbe Tier im Hungerzustande bei 30° C. nur 56,2, bei 7° C. dagegen 86,4 Cal an Wärme entwickelte. Einen Zustand, in welchem die chemische Wärmeregulation aufgehoben ist, erreicht ein Tier selbstverständlich um so eher, je größer der Nahrungsüberschuß über den Erhaltungsbedarf ist und je mehr freie Wärme aus der Nahrung direkt erzeugt wird. Bei reichlicher Fütterung mit Eiweiß, welches ja am stärksten wärmemehrend wirkt (S. 107), hört daher die chemische Regulation eher auf als bei gleicher Energiezufuhr in der Form von Fett oder Kohlenhydrat. Dasselbe ist auch der Fall beim Verzehr solcher Futtermittel, die wie die Rauhfutterstoffe eine starke Kau- und Verdauungsarbeit bedingen und deshalb viel Wärme liefern. Aus letzterem Grunde ist denn auch der Energieverbrauch des Pflanzenfressers in geringerem Umfange von der Umgebungstemperatur abhängig, als der des Fleischfressers oder des omnivoren Tieres.

---

[1]) Gesetze des Energieverbrauchs 1902, S. 193.

Da bei großem Überschuß der Nahrung über den Erhaltungsbedarf eine Wechselwirkung zwischen einem gegebenen reichlichen Grundfutter und einer Zulage nährender Substanz ausgeschlossen ist, da ferner die unvermeidlichen Schwankungen in der Umgebungstemperatur den Energieverbrauch nicht merklich beeinflussen, so tritt in Versuchen mit starken Rationen die Wirkung der Zulagen unverdeckt hervor. Hier bieten sich auch die sichersten Grundlagen für die Beantwortung der Frage, ob der Umsatz proportional der Zufuhr verläuft. Zwar ist die Zahl der Untersuchungen, die über diesen Gegenstand ausgeführt worden sind, noch keine große; immerhin aber bieten sie uns bereits ziemliche Sicherheit.

M. Rubner[1]) experimentierte auf diesem Gebiete mit einem 25 kg schweren Hunde, dessen Bedarf bei Hunger zuvor festgestellt worden war, und verfütterte zwei Fleischrationen, welche den Hungerbedarf um 55 bezw. 131 % überstiegen.

Es betrugen

die Einnahmen an nutzbarer Energie	1463 Cal	2181 Cal
der Hungerbedarf	944 „	914 „
Mithin war für den Ansatz verfügbar	519 Cal	1237 Cal
Der direkt beobachtete Ansatz war	322 „	805 „
Desgl. in Prozenten der für den Ansatz verfügbaren Energie	63,9 „	65,1 „

Irgend ein beachtenswerter Unterschied in der Verwertung der Nahrungsüberschüsse zum Ansatz tritt hier nicht hervor.

Ähnliche Beobachtungen sind auch vom Verfasser[2]) mit Wiederkäuern (Schnittochsen) gemacht worden, denen einmal Klebermehl, das andere Mal Stärkemehl zu Rationen zugelegt worden war, die den Bedarf für die bloße Erhaltung bereits wesentlich überschritten hatten. Das hierbei benützte Klebermehl, aus Weizen gewonnen, enthielt in der Trockensubstanz 87,88 % Rohprotein, 1,53 % Fett, 8,76 % stickstofffreie Extraktstoffe, 0,47 % Rohfaser und 1,36 % Mineralstoffe; die Stärke, ebenfalls aus Weizen dargestellt, enthielt über 99 % Kohlenhydrate. Auf die gesamte Substanz bezogen, welche aus diesen Zulagen mehr verdaut wurde, betrug beim Klebermehl

die mehr zugeführte nutzbare Energie	2135 Cal	4341 Cal
der Energievorrat im Ansatz	1070 „	2280 „
Mithin wurden von der nutzbaren Energie im Ansatz erhalten	50,1 %	52,5 %

Beim Stärkemehl wurden folgende Werte erhalten:

Mehr zugeführte nutzbare Energie	4702 Cal	7614 Cal
Energievorrat des Ansatzes	2379 „	3731 „
desgl. in Prozenten der nutzbaren Energie . . .	50,6 %	49,0 %

---

[1]) Sitzungsberichte der Kgl. bayr. Akademie der Wissenschaften, math.-physik. Klasse 15. Bd., 1885, S. 452.

[2]) Berechnet nach den Angaben in den Landw. Versuchsstationen 53. Bd., 1900, S. 10, 58 und 60.

Da die geringen Abweichungen in den Ergebnissen der einzelnen Versuche vollständig innerhalb der unvermeidlichen Fehlergrenze liegen, so darf aus diesen Beobachtungen geschlossen werden, daß unabhängig von der Größe der im Überschuß zugeführten nutzbaren Energie immer ein gleicher Prozentsatz derselben zum Ansatz verwertet wird. Der Ansatz verläuft proportional dem zugeführten Überschuß. Ausnahmen von diesem Gesetz sind nur dann zu beobachten, wenn

1. infolge Mangels an nur thermisch wirkender Energie in der Nahrung ansatzfähiges Material zur Wärmeproduktion herangezogen wird (S. 112, schematische Darstellung);

2. bei überreicher Nahrungszufuhr die Verdauungsvorgänge eine von der Norm abweichende Richtung annehmen, und

3. infolge lange andauernden Ansatzes sich der Bedarf für die bloße Erhaltung ändert, ein Umstand, der in dem später folgenden Kapitel über das Mastfutter erwachsener Tiere erörtert werden wird.

b) Die Wirkung der Eiweißzufuhr.

Die ersten vergleichenden Untersuchungen über den Stoffwechsel bei verschiedener Ernährung verdanken wir C. Voit und M. Pettenkofer, die mit Hilfe des von letzterem konstruierten Respirationsapparates (S. 72) den Stoffumsatz des Fleischfressers nach allen Richtungen hin sehr eingehend studiert haben. Über die Wirkung der Eiweißzufuhr auf den Stoffverbrauch hungernder Hunde entnehmen wir den Arbeiten dieser Forscher[1]) das folgende Beispiel, welches sich auf 24stündige Beobachtungen eines ca. 30 kg schweren ausgewachsenen Tieres bei ausschließlicher Ernährung mit Fleisch bezieht:

Fleisch in der täglichen Nahrung	Ansatz (+) oder Verlust (—) am Körper	
	Fleisch	Fett
0 (Hunger)	— 165 g	— 95 g
500 g Fleisch	— 99 „	— 47 „
1000 „ „	— 79 „	— 19 „
1500 „ „	0 „	+ 4 „

Das hier verfütterte magere Fleisch war von Fettgewebe, Sehnen, Bändern usw. befreit und enthielt zwar noch eine geringe Menge Fett, kann aber für den vorliegenden Zweck als eine ausschließliche Eiweißkost betrachtet werden. Wir erkennen aus den angeführten Zahlen, daß mit der steigenden Eiweißzufuhr mehr und mehr Fleisch und Fett am Körper vor dem Verbrauch geschützt wurde, bis bei einer täglichen Gabe von 1500 g Fleisch der Hund sich mit der Nahrung vollständig ins Gleichgewicht setzte.

Wie wir schon früher (S. 102) dargelegt haben, sinkt bei vollständiger Nahrungsentziehung der Eiweißverbrauch rasch ab und erreicht einen Minimalbetrag, der längere Zeit unverändert fortbesteht. Man sollte nun vermuten, daß bei einem Tier, das sich in diesem Stadium befindet, jeglicher Eiweißverlust ver-

[1]) Zeitschrift für Biologie 7. Bd., 1871, S. 489; siehe auch M. Rubner, ebenda 19. Bd., 1893, S. 335 und Gesetze des Energieverbrauchs 1902.

hindert werden könnte, wenn man gerade soviel Eiweiß zuführt, als jenem Minimum entspricht. Die soeben angeführte Versuchsreihe Voits und Pettenkofers und viele andere Beobachtungen zeigen jedoch, daß bei der ausschließlichen Ernährung mit Eiweißstoffen eine viel größere Menge davon notwendig ist, um den Verbrauch von Körpereiweiß aufzuheben, als bei Hunger zersetzt wird. In dem oben zitierten Beispiel (S. 116) zerstörte der hungernde Hund täglich 165 g Fleisch; Gleichgewicht zwischen Eiweißzufuhr und -Zerfall konnte jedoch erst erzielt werden, wenn ca. das Neunfache dieses Betrages verfüttert wurde.

Genauer wurde dieses Verhältnis von E. Voit und A. Korkunoff[1]) festgestellt, die teils Eiweiß (ausgelaugtes Muskelfleisch) allein, teils Eiweiß mit kleinen und großen Fettmengen und mit Kohlenhydraten zusammen verfütterten und meistens vor und nach jeder Fütterungsperiode eine Hungerperiode einschalteten. Sie fanden, daß die Eiweißmenge, welche zur Vermeidung eines Stickstoffverlustes vom Körper dem Tiere zugeführt werden mußte, bei Eiweiß 3—4 mal, bei Eiweiß und Fett 1,6—2,1 mal, und bei Eiweiß und Kohlenhydrat 1—1,2 mal größer sein mußte, als bei vollständiger Nahrungsentziehung zersetzt wurde. Es war also nicht möglich Stickstoffgleichgewicht herbeizuführen, wenn dem Tiere im Futter nur soviel Eiweiß gereicht wurde, als es bei Hunger zerstörte. Diese Überlegenheit des dem eignen Körper entstammenden Eiweißes über das anders geartete, körperfremde Eiweiß der Nahrung hat in letzter Zeit eine annehmbare Erklärung gefunden und ist auf die sehr verschiedene Natur der Bausteine (S. 125) zurückgeführt worden, aus denen die Moleküle der verschiedenen Eiweißkörper bestehen. Körperfremde Eiweißstoffe enthalten in der Regel Stoffgruppen, die in dem arteigenen Eiweiß nicht oder in anderen Mengenverhältnissen vorkommen, und daher zum Aufbau dieser Art von Eiweiß nur teilweise verwendet werden können. So fand L. Michaud[2]) bei Hunden in der Tat, daß körperfremde pflanzliche Eiweißstoffe (Glidin aus Weizen und Edestin aus Hanfsamen) in den Stickstoffmengen verfüttert, die bei Hunger vom Körper verloren gehen, nicht imstande waren, Stickstoffgleichgewicht herzustellen, während dieses Ziel erreicht wurde, wenn als Nahrung arteigenes Eiweiß (Hundemuskel, Hundeblutserum, am besten ein Brei aus allen Organen des Hundes) verwendet wurde. In Übereinstimmung hiermit stehen weiter einige Untersuchungen von J. Zisterer[3]) die ebenfalls mit Hunden ausgeführt und zu denen Muskeleiweiß, Aleuronat (Weizenkleber) und Kasein benutzt wurden. Das Muskeleiweiß erwies sich auch hier als am wirksamsten, indem vom Eiweiß des Klebers 110 und von dem des Kaseins 112 Teile dieselbe Einschränkung des Eiweißverlustes vom Körper herbeiführten, wie 100 Teile Muskeleiweiß. Trotz der erheblichen Ungleichheit im Aufbau der drei Eiweißstoffe sind die Unterschiede in ihrer Wirksamkeit allerdings nicht besonders groß und besitzen nach Zisterers Ansicht auch keine wesentlich praktische Bedeutung.

---

[1]) Zeitschr. f. Biologie 32. Bd., 1895, S. 58.
[2]) Zeitschr. f. physiol. Chemie 59. Bd., 1909, S. 405.
[3]) Zeitschr. f. Biologie 53. Bd., 1909, S. 157.

Das bei der Verdauung der Eiweißstoffe entstehende **Pepton** hat sich nach seiner Resorption aus dem Magen und Darm ganz wie die echten Eiweißsubstanzen verhalten, aus denen es hergestellt war.[1])

Reicht man einem ausgewachsenen Tiere ebensoviel oder mehr Eiweiß, als es zur Deckung seines Bedarfs bei Hunger braucht, so setzt es sich mit dieser Zufuhr sehr bald ins **Gleichgewicht**, d. h. es wird bald ebensoviel Eiweiß zersetzt, als in der Nahrung vorhanden ist. Ist hierbei die Eiweißmenge in der vorausgegangenen Nahrung größer, so verliert das Tier eine Zeitlang Eiweiß; und umgekehrt, wird eine an sich ausreichende Eiweißmenge plötzlich erhöht, so gelangt etwas Eiweiß zum Ansatz. In beiden Fällen aber wird von Anfang an die bei weitem überwiegende Menge des zugeführten Eiweißes zersetzt. Zur Beleuchtung dieser Tatsachen führen wir die nachstehende Tabelle an, in welcher die Ergebnisse einiger Untersuchungen C. **Voits** mit Hunden zusammengestellt sind.[2])

Fleischnahrung	Fleischnahrung vorher	Fleischumsatz. Bei der vorhergehenden Nahrung	Bei der neuen Ration 1. Tag	2. Tag	3. Tag	4. Tag	5. Tag	5. Tag	7. Tag
g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
2500	1800	1800	2153	2480	2532	—	—	—	—
1500	500	547	1222	1310	1390	1410	1440	1450	1500
1500	0	176	1267	1393	1404	—	—	—	—
2000	2500	2500	2229	1970	—	—	—	—	—
1000	1500	1500	1153	1086	1088	1080	1027	—	—
500	1000	1000	706	610	623	560	—	—	—

Bevor also nach veränderter Eiweißzufuhr Gleichgewicht zwischen den Einnahmen und Ausgaben erreicht wird, setzt das Tier je nach der vorausgegangenen Fütterungsweise etwas Eiweiß an oder zersetzt mehr, als der veränderten Zufuhr entspricht. Es hängt dies zum Teile mit dem zeitlichen **Verlauf der Zersetzung des zirkulierenden Eiweißes** in den Geweben zusammen. Obgleich die Hauptmenge der stickstoffhaltigen Endprodukte des Eiweißstoffwechsels nach einer plötzlichen reichlichen Eiweißzufuhr schon innerhalb 24 Stunden im **Harn** erscheint, währt es doch 2—3 Tage, bis die letzten Reste derselben ausgeschieden werden.[3]) Da dieser Gang der Stickstoffausscheidung nicht auf einer verzögerten Entfernung der Eiweißzersetzungsprodukte beruht,

---

[1]) **Plosz** und **Gyergyai**, Pflügers Archiv für die gesamte Physiologie 9. Bd., 1874, S. 325 und 10. Bd., 1875, S. 536; **Adamkiewicz**, Natur und Nährwert des Peptons, Berlin 1877.

[2]) Zeitschrift für Biologie 3. Bd., 1867, S. 11.

[3]) L. **Graffenberger**, Zeitschrift für Biologie 28. Bd., 1891, S. 318; R. **Rosemann**, Pflügers Archiv f. d. ges. Physiol. 65. Bd., 1897, S. 343; M. **Gruber**, Zeitschrift für Biologie 42. Bd., 1901, S. 407.

sondern, wie nachgewiesen, tatsächlich dem Ablauf der Eiweißspaltung in den Geweben entspricht, so erklärt sich die temporäre Aufspeicherung von Eiweiß im Körper in einfacher Weise als eine Folge der langsamen Zersetzung des resorbierten Eiweißes. Nehmen wir z. B. an, daß von einer 1000 g betragenden Eiweißration 80% am 1., 30% am 2., 5% am 3. und 2% am 4. Tage, vom Beginn der Fütterung an gerechnet, zersetzt werden, so würde der Eiweißumsatz an 4 Tagen mit gleichbleibender Fütterung und in einer unmittelbar darauf folgenden 3tägigen Hungerperiode durch folgende schematische Darstellung[1]) gekennzeichnet werden:

Zersetzt vom Futter	Täglich 1000 g Eiweiß in der Nahrung					Ohne Nahrungszufuhr		
	1. Tag	2. Tag	3. Tag	4. Tag	5. Tag	1. Tag	2. Tag	3. Tag
	g	g	g	g	g	g	g	g
des 1. Tages . .	800	130	50	20	0	0	0	0
„ 2. „ . .	—	800	130	50	20	0	0	0
„ 3. „ . .	—	—	800	130	50	20	0	0
„ 4. „ . .	—	—	—	800	130	50	20	0
„ 5. „ . .	—	—	—	—	800	130	50	20
Gesamt-Zersetzung	800	930	980	1000	1000	200	70	20

Das Beispiel zeigt, wie das Tier an den ersten drei Tagen Eiweiß zurückbehält und erst am 4. Tage der Fütterung sich mit der Zulage ins Gleichgewicht setzt; es läßt ferner erkennen, wie nach plötzlicher Nahrungsentziehung noch Eiweiß zersetzt wird, das aus dem vorangegangenen Futter stammt. In Wirklichkeit verläuft der Zerfall selbstverständlich nicht mit solch schematischer Regelmäßigkeit, sondern es treten oft Schwankungen auf, die von sekundären Einflüssen abhängen; insbesondere wird bei heruntergekommenen Tieren, die infolge mangelhafter Ernährung oder infolge von Krankheiten Organeiweiß eingebüßt haben, solches angesetzt, und es kann hier längere Zeit vergehen, bevor Gleichgewicht zwischen Eiweiß-Zufuhr und -Zerfall eintritt.

Im allgemeinen aber hat der ausgewachsene Organismus offenbar nicht die Fähigkeit, seinen Bestand an Organeiweiß, wie er in den Geweben fixiert ist, über ein gewisses Maß hinaus zu erhöhen. Die anatomischen Elemente des Fleisches, die Muskelfasern aller Tiere erfahren eine Vermehrung nur durch Längsspaltung, die, wie W. Krause[2]) nachgewiesen hat, bei den Säugetieren sich nur während der Jugend vollzieht. Da auch dem Dickenwachstum der Muskelfasern eine gewisse enge Grenze gezogen ist, so kann bei ausgewachsenen Tieren ein Fleischansatz immer nur in beschränktem Maße stattfinden. Eine mittlere und sich annähernd gleichbleibende Leistungsfähigkeit erhält sich der Körper durch annähernde Konstanz seines alle Funktionen vermittelten Zellbestandes. Das Gegenteil hiervon, eine weitgehende Abhängigkeit des Organismus und seines Vorrates an leistungsfähigen Zellen von den Zufälligkeiten der Nahrungszufuhr, eine rapide Zunahme oder Abnahme des Körperfleisches wäre sicherlich mit einer gleich-

[1]) M. Gruber, Zeitschrift für Biologie 42. Bd., 1901, S. 422.

[2]) Journal für Landw. 37. Jahrg., 1889, S. 241.

bleibenden Leistungsfähigkeit des Tieres weniger vereinbar, als die tatsächlich bestehende Einrichtung. Darum zerstört der Körper den größten Teil des überschüssig zugeführten Eiweißes und verwendet dasselbe zu Wärme- und Kraftproduktion oder zur Ablagerung stickstofffreier Stoffe (Glykogen und Fett), durch deren Zuwachs er eine Reserve für Zeiten mit spärlicher Nahrungszufuhr schafft, ohne sich dadurch eine große Veränderung des Stoffverbrauchs aufzuerlegen. Ein ausgewachsener Hund von 30 kg kann bequem 1 kg Fett ansetzen, ohne sich hierdurch in seinem Nahrungsbedürfnis, seinem Umsatz und seinen Leistungen wesentlich zu verändern; aber auch nur 1 kg Eiweiß (von ca. dem halben Energieinhalte des Fettes) zum Ansatz zu bringen, erfordert einen besonderen Aufwand an Nahrung und Energie, und das Tier würde sich alsdann wesentlich anders verhalten als vor dieser Vermehrung seines Organeiweißes.[1])

Die Ursachen, welche dem Eiweißansatz bei überreicher Nahrung eine Grenze ziehen und bald Gleichgewicht zwischen Einnahmen und Ausgaben an Eiweiß herbeiführen, hat M. Rubner[2]) aufzuklären versucht. Er fand, daß bei jeder Nahrung, welche den Bedarf des erwachsenen Tieres überschreitet, neben der Eiweißablagerung eine sich stetig mehrende Wärmeproduktion einhergeht, die erst ihr Maximum erreicht, wenn Stickstoffgleichgewicht eingetreten ist. Er zeigte, daß diese Steigerung des Energieverbrauchs sich in ihrem vollen Betrage nicht aus der Zunahme des Körpergewichts und aus der aus dem Eiweiß direkt freiwerdenden thermischen Energie erklären läßt, sondern daß noch gewisse funktionelle Änderungen im Organismus mitwirken, so besonders eine Zunahme der Atmungsfrequenz und zuweilen auch eine Erhöhung der Eigenwärme des Tieres, sowie eine größere Blutfülle der Haut, Vorgänge, die sämtlich mit einem vermehrten Energieverbrauch, bezw. gesteigerter Wärmeproduktion verknüpft sind und einen erhöhten Zerfall des zirkulierenden Eiweißes herbeiführen. Diese durch überreiche Eiweißzufuhr hervorgerufene Steigerung des Verbrauchs kann unter Umständen soweit gehen, daß — wie bei gewissen Entfettungskuren — auch Fett in der Mehrzersetzung einbezogen wird.

Für die landwirtschaftliche Tierhaltung sind diese Verhältnisse von nicht zu unterschätzender Bedeutung. So wichtig zweifellos das Eiweiß in vieler Hinsicht für den Erfolg einer Fütterung ist, so sehr hat man sich vor übermäßigen Gaben an diesem Nährstoff zu hüten, um nicht die Zersetzungsvorgänge über das Maß des unbedingt Notwendigen zu steigern. Wir werden auf diesen Punkt noch zurückkommen.

Wesentlich anders als solche erwachsene Tiere, die stickstoffhaltige Substanzen, sei es in der Form von Milch, Wolle oder in fötalen Gebilden nicht erzeugen, verhalten sich die Tiere, welche Produkte der genannten Art liefern oder ihr Wachstum noch nicht abgeschlossen haben. Während z. B. ausgewachsene Hammel von 50 kg Lebendgewicht auch bei reichlichster Ernährung und

---

[1]) Hößlin, Virchows Archiv 89. Bd., S. 333; A. Magnus-Levy, Pflügers Archiv f. d. ges. Physiol. 55. Bd., 1894, S. 121.

[2]) Gesetze des Energieverbrauchs 1902, S. 305.

Proteinzufuhr täglich selten mehr als 3 g Stickstoff oder 10—15% der zugeführten Mengen ansetzen, betrug nach den Untersuchungen H. Weiskes[1]) bei jungen Tieren, die mit wechselnden Mengen Wiesenheu und Erbsen ernährt wurden, der tägliche Konsum an verdaulichem Protein und der Stickstoffzuwachs am Körper pro 50 kg Lebendgewicht:

Alter Monate	Verdaul. Protein g	Stickstoff-Umsatz g	Stickstoff-Ansatz g
5	188	23,4	6,75
6	163	20,9	5,16
7	139	18,6	3,71
8—9	138	17,7	4,37
10	119	16,1	3,06
11	115	15,5	2,94
12	108	13,4	3,77
14	98	12,6	3,09
23	61	7,9	1,84

Noch gewaltiger als hier sind die Eiweißmengen, welche von noch saugenden Tieren im Körper abgelagert werden, indem nach Untersuchungen Fr. Soxhlets[2]) mit Saugkälbern von den verdauten Proteinstoffen der Milch durchschnittlich 72% zur Fleischbildung verwendet und nur 28% zersetzt werden. Während des Wachstums junger Tiere findet also ein bedeutender und langandauernder Eiweißansatz statt, ohne daß hierbei die schon besprochenen funktionellen Änderungen eintreten, welche beim erwachsenen Organismus zu einer Steigerung des Stoffverbrauches und damit zu baldigem Eintritt des Eiweißgleichgewichts führen.

Fettbildung aus Eiweiß. — Bei Eiweißzerfall haben wir nach den früheren Darlegungen (S. 83) eine Spaltung in einen stickstoffhaltigen und einen stickstofffreien Teil anzunehmen, von denen der letztere weder ebenso vollständig, noch mit derselben Geschwindigkeit weiter zersetzt und oxydiert zu werden braucht, wie der erstere. Überschreitet bei ausschließlicher Ernährung mit Eiweiß die Energiezufuhr den Bedarf, so kann nicht bloß ein Teil des Eiweißes, sondern auch der stickstofffreie Rest in irgend einer Form zum Ansatz gelangen und auf diese Weise Glykogen und Fett entstehen. Daß ersteres bei ausschließlicher Ernährung mit Eiweiß gebildet werden kann, haben wir bereits (S. 83) dargelegt. Da es nun vollkommen sicher steht, wie wir noch sehen werden,[3]) daß die Kohlenhydrate eine direkte und ausgiebige Quelle von Körperfett darstellen, da ferner Kohlenhydrate (Traubenzucker und Glykogen) aus Eiweiß erzeugt werden können, so ist nicht einzusehen, weshalb das Nahrungseiweiß,

[1]) Landw. Jahrbücher 9. Bd., 1880, S. 205.

[2]) 1. Bericht der K. K. landw.-chem. Versuchsstation in Wien 1878, S. 133.

[3]) Siehe dieses Kapitel weiter unten.

bezw. dessen stickstofffreie Spaltungsprodukte nicht in Fett übergeführt werden könnten. Zwar mag es Eiweißkörper geben, in denen, wie im Kasein, eine Kohlenhydratgruppe nicht nachgewiesen werden kann, und diesen möge vorläufig die Fähigkeit Fett zu liefern abgesprochen werden, aber diese Ausnahme kann nicht als Regel hingestellt werden.

Ältere Versuche von C. Voit und M. Pettenkofer[1]) in welchen bei Hunden nach Fütterung von magerem Fleisch ein Fettansatz wahrgenommen worden ist, haben freilich später einer eingehenden Kritik[2]) nicht standgehalten, weil bei denselben die Zusammensetzung des verfütterten Fleisches und der Ausscheidungen durch Kot und Harn nicht vollständig genug ermittelt worden war. Den Versuchen, eine direkte Fettbildung aus Eiweiß zu beweisen, stellen sich überhaupt große Schwierigkeiten entgegen. Einerseits ist es schwer, die Tiere zum Verzehr einer großen Menge reiner Proteinstoffe zu bewegen, andrerseits ist von diesen Nahrungsstoffen an sich schon eine verhältnismäßig hohe Gabe notwendig, um Gleichgewicht zwischen den Einnahmen und Ausgaben zu erreichen und es bleibt somit in der Regel nur ein ziemlich geringer Überschuß, der überhaupt zur Fettbildung Verwendung finden könnte. Dabei erschweren die lebhafteren Muskelbewegungen, zu denen die Tiere bei reichlicher Eiweißaufnahme neigen (S. 120), ebenfalls den Fettansatz. Negative Resultate sind daher bei Untersuchungen dieser Art viel eher zu erwarten,[3]) als positive Beweise für den Übergang von Eiweiß in Fett. Immerhin liegen mehrere Arbeiten vor, welche für eine solche Umwandlung sprechen. So berichtet M. Cremer[4]) über Versuche mit Katzen, die große Mengen mageres Fleisch verzehrten, daß von dem Kohlenstoff des verzehrten Eiweißes 12,6—17,0% im Körper zurückbehalten wurden und daß diese Menge, da sie den ermittelten Glykogengehalt des Körpers um mehr als das Dreifache überstieg, größtenteils in der Form von Fett zum Ansatz gekommen sein mußte. Zu demselben Schluß gelangten in ganz ähnlich ausgeführten Versuchen auch C. Voit[5]) und M. Gruber[6]). E. A. Bogdanow[7]), welcher Absatzferkel mit einem sehr eiweißreichen, nur aus Fleischmehl und Käsestoff bestehenden Futter mästete, fand in einer von 3 Versuchsreihen, daß selbst, wenn die gesamte Menge des verdauten Fettes und des in den verdauten stickstofffreien Stoffen enthaltenen Kohlenstoffs im Körper des Tieres als Fett abgelagert worden wäre, immer noch 21% des neugebildeten Körperfettes ungedeckt blieben, also aus Eiweiß entstanden sein mußten. Alle diese Beobachtungen, zusammengehalten mit der

---

[1]) Zeitschrift für Biologie 5. Bd., 1869, S. 79.

[2]) Pflüger, Archiv f. d. ges. Physiol. 51. Bd., 1892, S. 229.

[3]) Kumagawa und Kaneda, Malys Jahresber. d. Tierchemie 24. Jahrg., 1894, S. 41; G. Rosenfeld, Jahresbericht der Physiologie 6. Bd., S. 260; Taylor, ebendaselbst 8. Bd., S. 249; Anathasiu, Pflügers Archiv f. d. ges. Physiol. 74. Bd., 1899, S. 511; W. Lindemann, Zeitschrift für Biologie 5. Bd., 1869, S. 79.

[4]) Zeitschrift für Biologie 38. Bd., 1899, S. 307.

[5]) Malys Jahresberichte der Tierchemie 22. Jahrg., 1892, S. 34.

[6]) Zeitschrift für Biologie 42. Bd., 1901, S. 407.

[7]) Journ. f. Landw. 56. Jahrg., 1908, S. 74.

Tatsache, daß der tierische Organismus Eiweiß in Kohlenhydrate, Glykogen und Traubenzucker, und letztere, wie gezeigt werden wird, in Fett umzuwandeln vermag, lassen es als sicher erscheinen, daß das Nahrungseiweiß — ob direkt oder indirekt, bleibe dahin gestellt — zu einer Quelle von Körperfett werden kann.

Am Pflanzenfresser, der im erwachsenen Zustande große Mengen Fett anzusetzen befähigt ist, sind Versuche mit ausschließlicher Verfütterung von Eiweiß nicht ausführbar, weil diese Tiere bei Abwesenheit anderer Futterbestandteile an Entzündungen der Verdauungsorgane zugrunde gehen. Wenn man sich hier von normalen Verhältnissen nicht entfernen will, muß man die Untersuchungen so einrichten, daß zu einer Ration, deren Wirkung auf den Ansatz festgestellt ist, Protein zugelegt und alsdann wiederum der Zuwachs an Körpersubstanz ermittelt wird. Als der Verfasser[1]) in dieser Weise verfuhr und einer Nahrung, bei der die Versuchstiere (Ochsen) bereits beträchtliche Mengen Fett ansetzten, noch Kleberprotein hinzufügte, stieg die Fettbildung derart, daß im Durchschnitt mehrerer Versuche je 1 kg verdautes Protein einen Ansatz von 235 g Fett hervorrief. Von der nutzbaren Energie des Kleberproteins gingen hierbei 48 % in den Ansatz über und zwar entfielen ca. 8 % auf neugebildetes Fleisch, 39 % auf das neuentstandene Fett. Als wahrscheinlich muß es nun angesprochen werden, daß diese Mehrproduktion nicht auf indirektem Wege, etwa dadurch zustande gekommen ist, daß das zugelegte Protein einen Teil der Kohlenhydrate des Grundfutters ersetzte; denn das letztere enthielt bereits einen so großen Überschuß an nutzbarer Energie über den Bedarf, daß alles, was aus dem Grundfutter überhaupt ersparbar war, schon ohne die Zulage eingespart worden sein mußte. Jedenfalls ist durch diese Untersuchungen der Beweis erbracht, daß Eiweißstoffe, einem Mastfutter zugelegt, den Fettansatz beträchtlich erhöhen.

Zu demselben Ergebnis führten Versuche mit Schweinen, die von G. Fingerling[2]), A. Köhler und F. Reinhardt ausgeführt wurden. Diese Untersuchungen, die nach derselben Methode zur Ausführung kamen, wie die eben beschriebenen Versuche mit Ochsen, ergaben, daß die Zugabe von 1 kg verdautem Klebereiweiß einen Ansatz von 363 g Fett im Gefolge hatte, und es gingen dabei von der nutzbaren Energie des Kleberproteins 74,2 % in den Ansatz über.

Da man bei Untersuchungen über die Fettbildung aus den Nährstoffen oft gezwungen war, den Betrag an neugebildetem Fett abzuschätzen, welcher im Maximum aus dem zersetzten Eiweiß stammte, und da die Beobachtungen am Tier hierfür keine zuverlässigen Anhaltspunkte boten, hat man die gewünschte Zahl auf theoretischem Wege zu konstruieren gesucht. Zuerst war es W. Henneberg[3]), der zu einer Zeit, als die energetischen Verhältnisse der

---

[1]) Landw. Versuchsstationen 53. Bd., 1900, S. 452.

[2]) Ebenda 84. Bd., S. 149.

[3]) Neue Beiträge zur Begründung einer rat. Fütterung 1870, S. XLIV.

Nahrungsstoffe und Körperbestandteile noch nicht bekannt waren, eine solche Berechnung vornahm. Unter der Annahme, daß die Umwandlung des Eiweißes in Fett — nach Analogie der alkoholischen Gärung — ohne Mitwirkung von Sauerstoff vor sich ginge und dabei außer Fett nur Kohlensäure, Wasser und Harnstoff entstehe, würden aus 100 Teilen Eiweiß 51,39 Teile Fett erzeugt werden können. Die Zerlegung des Eiweißes würde dabei von keiner Wärmeentwicklung begleitet sein, denn

100 g Eiweiß sind gleich	571 Cal
16 g Stickstoff = 34,3 g Harnstoff	87 „
für die Fettbildung blieben	484 Cal
51,39 g Fett (1 g = 9,5 Cal) sind gleich	488 „

Die Hennebergsche Zahl ist nun sicher zu hoch, denn Rubner hat einerseits gezeigt (S. 85), daß der Harn nach Eiweißfütterung eine etwas größere Energiemenge repräsentiert, als wenn nur Harnstoff in ihn überginge, andrerseits hat er festgestellt (S. 107), daß ein Teil der Energie des Eiweißes beim Zerfall in der Form von Wärme frei wird und daher für die Fettbildung verloren geht. Zieht man diesen Teil, der 28,7 % vom physiologischen Nutzwerte des Eiweißes beträgt, von letzterem (463 Cal in 100 g) ab, so erhält man 463—133=330 Cal, welche allein für den Ansatz verfügbar bleiben. Da 1 g Fett = 9,5 Cal, so könnten 100 g Eiweiß höchstenfalls 34,7 g Fett liefern. Vom Energiewert des Verdauten würden dies 57,8 %, und vom Nutzwert 71,3 % ausmachen. Aber auch diese Zahlen, die eigentlich dem gesamten Inhalt des Eiweißes an dynamischer Energie entsprechen, sind wahrscheinlich noch zu hoch, weil wohl kaum alles, was an dieser Energieform wirksam wird, auch verlustlos im Ansatz wieder erscheint. Die Rechnung würde außerdem immer nur für den Fleischfresser Geltung haben können, weil beim Pflanzenfresser stets stärkere Zersetzungen der Nahrungsstoffe in den Verdauungsorganen Platz greifen und einen größeren Bruchteil der potentiellen Energie direkt in Wärme überführen als beim Fleischfresser. Eine sichere Zahl, auf die sich weitere Rechnungen gründen lassen, ist bis jetzt nur für die Verhältnisse des erwachsenen Wiederkäuers (S. 123) ermittelt.

c) Wirkung der stickstoffhaltigen Stoffe nicht-eiweißartiger Natur.[1]

Bei der Einwirkung der natürlichen Verdauungsflüssigkeiten (Magen-, Pankreas-, Darmsaft) auf Eiweißkörper werden letztere verändert und bei genügend langer Einwirkung soweit umgewandelt, daß unter den Produkten der Verdauung sich keine Spur eines eiweißartigen Stoffes mehr vorfindet. Aus dem Eiweiß entsteht dabei ein Gemisch verschiedener stickstoffhaltiger Substanzen, aus denen bei der weiteren Untersuchung Glykokoll, Alanin, Leucin, Glutaminsäure Asparaginsäure, Tyrosin, Phenylalanin, Tryptophan, Prolin, Ammoniak usw.

[1]) Eine ziemlich vollständige Übersicht über die Literatur zu diesem Kapitel findet sich bei J. Just, Landw. Versuchsstationen 69. Bd., 1908, S. 394.

dargestellt werden können. Das Eiweiß wird also durch die Fermente (S. 6) der Verdauungsflüssigkeiten in einfachere Stoffgruppen zerlegt, die wir als die Bausteine aufzufassen haben, aus denen sich das kompliziert gebaute Eiweißmolekül zusammensetzt. Da nun derartige Spaltungsprodukte auch bei der natürlichen Verdauung des Eiweißes (S. 27) auftreten, so entstand die Frage, ob der tierische Organismus befähigt ist, diese nicht-eiweißartigen Substanzen als Ersatz für wirkliches Eiweiß zu verwenden. Eine große Zahl von Fütterungsversuchen[1]) mit Hunden, Ratten und Mäusen hat nun gelehrt, daß die Produkte, die bei der vollständigen Zerlegung des Eiweißes durch Verdauungsfermente gebildet werden, in ihrer Gesamtheit verfüttert, das Nahrungseiweiß zu ersetzen vermögen. Die Tiere, denen außer genügender stickstofffreier Nahrung (Kohlenhydrat, Fett, Mineralstoffe) kein Eiweiß, sondern nur die eiweißfreien Spaltungsprodukte desselben zugeführt wurden, setzten nicht nur kein Eiweiß aus ihrem Körper zu, sondern erzeugten aus jenen Produkten noch neues Körpereiweiß.

Anders fielen dagegen die Versuche aus, wenn an Fleischfresser (Hunde) oder omnivore Tiere (Ratten, Mäuse, Schweine) die eiweißfreien Verdauungsprodukte unvollständig oder nur einzelne derselben verfüttert wurden. So war in Versuchen von E. Abderhalten und K. Rona[2]) ein künstliches Gemisch stickstoffhaltiger nicht-eiweißartiger Stoffe, bei dessen Zusammensetzung man die Spaltungprodukte des Kaseins zum Ausgangspunkte genommen hatte, in dem jedoch einige Mono- und Diaminosäuren fehlten, nicht imstande, einen Hund bei unzureichender Eiweißzufuhr, aber sonst genügender Ernährung mit stickstofffreien Stoffen vor Verlusten von Körpereiweiß zu schützen. In einem anderen Versuch mit vollständig verdautem Kasein, dem der größte Teil des Tryptophan- und ein großer Teil des Tyrosingehaltes entzogen worden war, gelang es E. Abderhalden[3]) bei weitem nicht, den Verbrauch an Körpereiweiß in demselben Maße einzuschränken, wie es mit völlig verdautem, sämtliche Spaltungsprodukte enthaltendem Kasein der Fall war.

Was nun die Wirkung einzeln verabreichter Stickstoffverbindungen nicht-eiweißartiger Natur betrifft, so ist zu Untersuchungen hierüber wegen seiner leichten Beschaffbarkeit hauptsächlich das Asparagin, ein Hauptvertreter der in Pflanzen vorkommenden Stoffe dieser Art herangezogen worden. Nach den

---

[1]) O. Löwi, Archiv f. exp. Pathol. und Pharm. 48. Bd., 1902, S. 303 und Zeitschr. f. Biologie 46. Bd., 1905, S. 110; E. Abderhalden und P. Rona, Zeitschr. f. physiol. Chemie 42. Bd., 1904, S. 528, 44. Bd., 1905, S. 198 und 52. Bd., 1907, S. 507; Plumier, Chem. Centralbl. 1903, I. Bd., S. 410; E. J. Lesser, Zeitschr. f. Biologie, 45. Bd., 1904, S. 497 und 46. Bd., 1904, S. 113; V. Henriques und C. Hansen, Zeitschr. f. physiol. Chemie 43. Bd., 1905, S. 417 und 54. Bd., 1907, S. 169; E. Abderhalden u. Opler ebenda 51. Bd., 1907, S. 226; E. Abderhalden und Br. Bloch, ebenda 53. Bd., 1907, S. 464.

[2]) Zeitschr. f. physiol. Chemie 47. Bd., 1906, S. 397.

[3]) Ebenda 57. Bd., 1908, S. 348 und 61. Bd., 1909, S. 194.

Untersuchungen von J. Munk[1]) und O. Hagemann[2]) ließ sich bei Hunden weder bei proteinreichem noch proteinarmem Futter nach Asparaginbeigabe eine Eiweißersparnis erkennen, vielmehr trat hier stets eine Steigerung des Eiweißverbrauches ein, ähnlich wie nach starken Kochsalzgaben. Das gleiche Resultat erhielt der Verfasser[3]) bei der Berechnung einer Versuchsreihe von C. Lehmann[4]). Mit Ratten arbeitete zunächst G. Politis[5]); er fütterte 2 Abteilungen von je 4 Tieren mit einer Mischung von Stärkemehl, Fett und Fleischextrakt und gab der einen Abteilung eine Zulage von Asparagin. In ihrer Wirkung erwiesen sich beide Futtermischungen als gleichwertig; die Ratten gingen bei gleicher Futteraufnahme in derselben Zeit an Eiweißmangel zugrunde und erlitten innerhalb gleicher Zeiträume denselben Gewichtsverlust. Andere Abteilungen, welche zu den gleichen Futtermischungen noch Eiweiß (Fleischmehl) zugelegt erhielten, blieben nicht nur auf gleichem Körpergewicht, sondern nahmen an Lebendgewicht noch wesentlich zu. Von einer eiweißersparenden Wirkung des Asparagins war also in diesen Versuchen nichts wahrzunehmen. Zu derselben Schlußfolgerung kam bei der gleichen Tiergattung S. Gabriel[6]); nicht nur bot hier das Asparagin keinen Ersatz für das Nahrungseiweiß, sondern erschien als ein indifferenter Stoff, dessen Gegenwart oder Abwesenheit sich im Eiweißstoffwechsel nicht bemerkbar machte. Auch V. Henriques und C. Hansen[7]), die gleichfalls mit Ratten arbeiteten, beobachteten, daß Asparagin, einem eiweißarmen Futter zugegeben, die Stickstoffverluste vom Körper nicht zu verhüten vermochte und daß auch die stickstoffhaltigen Nicht-Eiweißsubstanzen der Rüben und Kartoffeln, sowie der Keimlinge verschiedener Samen Stickstoffgleichgewicht nicht herzustellen vermochten. — Bei Untersuchungen mit jungen Schweinen, denen zu einem kohlenhydratreichen, aber eiweißarmem Futter (getrocknete Kartoffeln) Asparagin, Ammoniumacetat bezw. Eiweiß, jedes gesondert in verschiedenen Versuchsabschnitten zugegeben worden war, fand A. Köhler[8]) daß das Asparagin und die Ammonverbindung den Eiweißverbrauch der Tiere steigerten, während das zugelegte verdauliche Eiweiß zu einem sehr hohen Prozentsatze (60%) als Fleisch angesetzt wurde.[9])

[1]) Virchows Archiv f. path. Anat. 1883, 94. Bd., S. 441.

[2]) Landw. Jahrbücher 20. Bd., 1891, S. 264.

[3]) Pflügers Archiv f. d. ges. Physiol. 113. Bd., 1906, S. 480.

[4]) Ebenda 112. Bd., 1906, S. 339; siehe hierzu auch M. Müller, ebenda 117. Bd., 1907, S. 497 und die Kritik dazu von O. Kellner, ebenda 118. Bd., 1907, S. 641.

[5]) Zeitschr. f. Biologie 28. Bd., 1891, S. 492.

[6]) Ebenda 29. Bd., 1892, S. 115 und 125.

[7]) Zeitschr. f. physiol. Chemie 54. Bd., 1907, S. 169; die aus Keimlingen hergestellten Extrakte schienen zwar die Eiweißverluste vom Körper etwas einzuschränken; doch ist dies wohl der Anwesenheit geringer Mengen von Eiweiß zuzuschreiben, das durch die zur Anwendung gebrachte Fällungsmethode (mittelst Essigsäure) aus den Extrakten nicht vollständig abgeschieden worden ist.

[8]) Landw. Versuchsstationen Bd. 79 u. 80, S. 623.

[9]) Wie hier angefügt werden möge, erwiesen sich auch die nicht-eiweißartigen Stickstoffsubstanzen des Heues von Rieselfeldern nach Untersuchungen von M. Müller (Journ.

Den vorstehenden an karnivoren und omnivoren Tieren gewonnenen Ergebnissen schließen sich noch einige weitere an, die bei Kaninchen erhalten worden sind. N. Zuntz und P. Bahlmann[1]) legten einem kohlenhydratreichen Futter eine Mischung von Asparagin, Tyrosin, Taurin und Guanidinsulfocyanat zu und beobachteten darnach eine erhebliche Steigerung des Eiweißzerfalls; ziemlich indifferent im Hinblick auf den Eiweißstoffwechsel verhielt sich dagegen ein Gemisch von Asparagin und Leucin, sowie auch ein Gemisch der kristallinischen Produkte, die bei der Verdauung von Eiweiß mittelst Pankreasextrakt entstehen. Eine eiweißsparende Wirkung war hier ebensowenig aufgetreten, wie bei Untersuchungen, die H. Lühtje[2]) mit den nicht-eiweißartigen Stickstoffverbindungen der Kartoffeln bei Kaninchen anstellte. Im letzteren Versuch bestand die Nahrung aus Kartoffelpreßrückständen und Glukose, wozu in einem Falle Kartoffeleiweiß, im anderen Falle ein Extrakt aus Kartoffeln zugesetzt worden war; in einem dritten Falle war keine Zulage gegeben worden. Während nun das mit Kartoffeleiweiß gefütterte Tier an Gewicht zunahm und gesund blieb, gingen die beiden anderen fast zu gleicher Zeit zugrunde. Die nicht-eiweißartigen Stickstoffverbindungen des Kartoffelextraktes waren somit ohne Wirkung geblieben, obgleich sie den Tieren reichlich Stickstoff zuführten. Derselbe Forscher stellte endlich noch fest, daß auch die nicht-eiweißartigen Stickstoffsubstanzen der Futterrüben bei Kaninchen nicht als Ersatz für Eiweiß dienen können.

Eine eigenartige Stellung unter den Nahrungsbestandteilen nehmen die nicht-eiweißartigen Stickstoffverbindungen bei den Wiederkäuern ein. Während nach den vorgeführten Beobachtungen bei karnivoren und omnivoren Tieren, sowie bei den herbivoren Kaninchen, diese Stoffe weder einzeln verabreicht noch in ihren in natürlichen Futterstoffen vorkommenden Mischungen — soweit erforscht — das wirkliche Eiweiß vertreten können und im einzelnen sogar den Eiweißverbrauch erhöhen, ist der Wiederkäuer befähigt, aus der Anwesenheit mancher unter diesen Stoffen im Futter Nutzen zu ziehen. Wie nämlich zuerst von H. Weiske[3]) und darauf auch von anderen[4]) beobachtet wurde, sind selbst einzelne Glieder der in Rede stehenden Stoffgruppe, zunächst das Asparagin, einem eiweißarmen, aber kohlenhydratreichen Futter zugegeben, imstande, den Eiweißansatz zu erhöhen. So stellte z. B. der Verfasser[5]) in einer Ver-

---

f. Landw. 55. Bd., 1907, S. 123), die von O. Kellner (ebenda 56. Bd., 1908, S. 49) richtig gestellt wurden, beim Hunde als wirkungslos.

[1]) Du Bois Reymonds Archiv 1882, S. 424.

[2]) Pflügers Archiv f. d. ges. Physiol. 113. Bd., 1906, S. 547.

[3]) Zeitschrift f. Biologie 15. Bd., 1879, S. 261; 17. Bd., 1881, S. 415 und 30. Bd., 1894, S. 254.

[4]) J. Potthast, Pflügers Archiv f. d. ges. Physiol. 32. Bd., 1883, S. 288; P. Meyer, Inaug.-Dissertation Heidelberg 1896; M. Chomsky, Ber. d. physiol. Lab. des landw. Institus zu Halle 13. Heft, 1898, S. 1.

[5]) O. Kellner, Zeitschr. f. Biologie 39. Bd., 1900, S. 313.

suchsreihe mit zwei Lämmern fest, daß die Tiere im Durchschnitt täglich folgende Mengen Eiweiß ansetzten:

Ohne Zulage	4,1 g
Mit 5,73 g Stickstoff in Form von Asparagin . .	15,6 „
„ 5,73 „ „ „ „ „ Ammoniumacetat	15,7 „

Obgleich es vollständig ausgeschlossen erscheint, daß das Ammoniak im Tierkörper dieselbe Wirkung ausüben kann, wie das Eiweiß, hat es im vorliegenden Falle einen ansehnlichen Eiweißansatz vermittelt, und die gleiche Wirkung scheinen nach Untersuchungen von Andrlik und Velich[1]) auch die Asparaginsäure und die Glutaminsäure und nach Versuchen von W. Völtz[2]) der Harnstoff zu haben. Eine Verallgemeinerung dieser Ergebnisse auf alle in den Futtermitteln vorkommenden nicht-eiweißartigen Stickstoffverbindungen ist jedoch unzulässig. Zwar haben Untersuchungen von J. Just[3]) gezeigt, daß die in jungem Wiesengras und wahrscheinlich auch die in Kartoffeln enthaltenen Stickstoffsubstanzen dieser Art beim Wiederkäuer in derselben Richtung auf den Eiweißansatz wirken, wie das Asparagin und Ammoniumacetat, indessen wurde von den nicht-eiweißartigen Stickstoffverbindungen der Melasse von K. Friedlaender[4]) und J. Just, sowie von den Substanzen dieser Art, die in Malzkeimen vorkommen, von dem letztgenannten nachgewiesen, daß sie den Eiweißverbrauch der Tiere (Schafe) nicht einzuschränken und den Fleischansatz nicht zu befördern vermögen. Selbst da, wo eine nützliche Wirkung einzelner dieser Stoffe zu beobachten war, stellte sich dieselbe ganz bedeutend niedriger, als bei gleicher Stickstoffzufuhr in Form von Eiweiß. Gegenüber letzterem spielen also — soweit unsere Kenntnisse reichen — die nicht-eiweißartigen Stickstoffverbindungen in der tierischen Ernährung eine sehr untergeordnete Rolle.

Beim Wiederkäuer vermögen also einzelne stickstoffhaltige Stoffe nicht-eiweißartiger Natur den Eiweißansatz günstig zu beeinflussen, während dies bei anderen Tiergattungen, insbesondere bei den karnivoren und omnivoren Tieren nicht der Fall ist. Ein und derselbe Stoff kann somit bei verschiedenen Tierarten verschieden wirken. Da die Ursache hierfür jedenfalls nicht in fundamentalen Unterschieden in der Befähigung der Zellen zu suchen ist, so bleibt zu vermuten, daß wohl die Vorgänge im Verdauungskanal der Wiederkäuer, die ja andere als beim Fleischfresser sind, mit der verschiedenen Verwertung der nicht-eiweißartigen Stickstoffsubstanzen im Zusammenhange stehen. Wir haben bereits (S. 57) erfahren, daß Asparagin und Ammoniak, einem eiweißarmen, aber kohlenhydratreichen Futter zugelegt, die Verdauung der Kohlenhydrate und der Rohfaser steigern, und da eine Vermehrung der stickstofffreien Stoffe in der zur Resorption gelangenden Nahrung in der Regel den Eiweißverbrauch einschränkt (S. 139), so könnte schon auf diesem Wege die Wirkung der in Rede stehenden Stickstoffsubstanzen erklärt werden. Die Zunahme der Verdauung, welche in den oben

[1]) Zeitschr. f. d. Zuckerindustrie in Böhmen 32. Jahrg. 1908, S. 313.
[2]) Zeitschrift für Spiritusindustrie Nr. 27, 1919.
[3]) Landw. Versuchsstationen 69. Bd., 1908, S. 393.
[4]) Ebenda 67. Bd., 1907, S. 283.

erwähnten Versuchen Weiskes und des Verfassers unter dem Einflusse des Asparagins und Ammoniaks zutage trat, war indessen doch zu gering, — sie betrug in letzteren Versuchen nur 20 g stickstofffreie Extraktstoffe und 10 g Rohfaser — als daß die beobachtete, beträchtliche Steigerung des Eiweißansatzes ihr allein zugeschrieben werden könnte. Es müssen noch andere Umstände hierbei mitgewirkt haben.

Asparagin, ähnlich beschaffene Amide und Ammoniak bieten den Mikroorganismen im Verdauungsapparate der Pflanzenfresser eine sehr geeignete Stickstoffnahrung dar. Wie bei diesen Tieren lösliche Kohlenhydrate die Tätigkeit der Gärungserreger von der Zellulose und den schwerer angreifbaren Bestandteilen der stickstofffreien Extraktstoffe ablenken (S. 54), so können möglicherweise stickstoffhaltige Substanzen nicht-eiweißartiger Natur von den Mikroorganismen an Stelle des sonst zu ihrer Ernährung dienenden Eiweißes aufgenommen werden und letzteres so vor der Zersetzung schützen.[1]) Dazu kommt weiter die Möglichkeit, daß diese Stoffe, nachdem sie an dem einen Orte von den Mikroorganismen assimiliert und in Eiweiß übergeführt worden sind, an einer andern Stelle des Verdauungsschlauches verdaut werden.[2]) Die Vermehrung des verdaulichen Eiweißes, welche sich auf diese Weise vollzieht, würde selbstverständlich der Fleischbildung zugute kommen. Hiernach würde die eiweißsparende Wirkung der Stickstoffsubstanzen nicht-eiweißartiger Natur nicht auf einer in den tierischen Zellen stattfindenden Umwandlung in Eiweiß beruhen, sondern lediglich der Lebenstätigkeit der Kleinwesen im Futterbrei zuzuschreiben sein, eine Anschauung, durch welche das verschiedene Verhalten des Fleisch- und Pflanzenfressers gegenüber dem Asparagin und ähnlichen Stoffen eine annehmbare Erklärung erhält; denn bei der weit geringeren Zahl der Gärungserreger, die sich im Magen und Darm der Fleischfresser vorfinden, und bei den schlechteren Existenzbedingungen, die hier wegen des Fortfalles der Vormägen und der baldigen Ansäuerung des Futterbreies den Bakterien geboten sind, ist beim Fleischfresser auf eine weitgehende Tätigkeit der Mikroorganismen nicht zu rechnen. In Übereinstimmung mit diesen Ansichten steht auch eine Beobachtung von G. Fingerling[3]), nach welcher die Mikroben des Pansens bei der Verwertung verfütterter Ammonsalze eine Rolle spielen müssen. Ganz junge, nur mit Milch ernährte Kälber, deren Pansen bekanntlich noch nicht ausgebildet ist, waren auch bei eiweißarmem, an stickstofffreien Stoffen reichem Futter nicht imstande, beigegebene Ammonsalze zu verwerten, offenbar, weil die hierzu erforderlichen Mikroorganismen fehlten. Dagegen fand eine Verwertung statt, als die Versuche bei denselben Tieren, aber nach Ausbildung des Pansens wiederholt wurden.

Durch welche Vorgänge nun auch immer die eiweißersparende Wirkung gewisser nicht-eiweißartiger Stickstoffverbindungen beim Wiederkäuer zustande kommen mag, der Umfang dieser Wirkung bleibt im ganzen immer nur ein recht unbedeutender und scheint, ebenso wie die Tätigkeit der Bakterien im Darm, gewisse,

---

[1]) N. Zuntz, Archiv f. d. ges. Physiol. 49. Bd., 1891, S. 483.
[2]) O. Hagemann, Landw. Jahrbücher 20. Bd., 1891, S. 264.
[3]) Landw. Versuchsstationen 71. Bd., 1909, S. 3.

ziemlich enggezogene Grenzen nicht zu überschreiten. Untersuchungen hierüber hat der Verfasser[1]) mit Lämmern angestellt, denen in zwei Versuchsreihen zu einer fast eiweißfreien Nahrung, bestehend aus Stroh, Stärkemehl und Zucker mit höchstenfalls 0,76 bezw. 0,85 g Stickstoff, in Form von verdaulichem Eiweiß, ein Gemisch von Asparagin und Ammoniumacetat zugegeben wurde. Die zugelegten Stoffe, in denen den Tieren die ansehnliche Menge von 10,68 bezw. 13,80 g Stickstoff pro Tag und Kopf zugeführt wurde, ersetzten bei einem Lamm das Nahrungseiweiß nur soweit, daß Stickstoffgleichgewicht eintrat, während ein zweites Tier trotz der reichlichen Stickstoffzufuhr noch 1,56 g Stickstoff vom Körper verlor, und das dritte Tier den geringen Ansatz von 0,58 g Stickstoff aufwies. Das zugelegte Asparagin und Ammoniumacetat war hiernach nicht imstande gewesen, genügend Material für die Wolleproduktion zu liefern und ermöglichte nicht die geringste Fleischproduktion, sondern es ging der für die Lebenserhaltung nicht benützte Teil des verzehrten Stickstoffs teils in den Kot (S. 32), teils in den Harn über. Ganz anders wirkte eine Kleberzugabe mit im ganzen nur 9,65 bezw. 10,92 g Gesamtstickstoff, indem sich nach Verabfolgung derselben bei zwei Tieren sofort ein recht beträchtlicher Stickstoffansatz (1,93 bezw. 2,64 g) einstellte und bei dem oben erwähnten zweiten Tiere der bis dahin beobachtete Stickstoffverlust von 1,56 g in einen Stickstoffansatz von 1,52 g umschlug. Die bedeutende Überlegenheit des wirklichen Eiweißes, selbst über diejenigen Stickstoffverbindungen nicht-eiweißartiger Natur, die dem Tiere überhaupt Nutzen bringen können, tritt hier ganz besonders deutlich hervor.

Zu allen Versuchen, in denen nach Asparagin- oder Ammoniakfütterung ein vermehrter Eiweißansatz beobachtet worden ist, waren so proteinarme Futtermischungen benützt worden, wie sie in der Praxis der Tierhaltung kaum vorkommen. So war von H. Weiske eine Ausgangsration verfüttert worden, deren Nährstoffverhältnis vor der Asparaginzulage 1:19—20 betrug, vom Verfasser eine Ration von 1:18—20. Es ist verständlich, daß bei so geringer Eiweißzufuhr jede indirekte Vermehrung des verfügbaren Eiweißes, welche die Bakterien des Futterbreies auf Kosten nicht-eiweißartiger Stickstoffverbindungen vermitteln, sich im Stickstoffhaushalte der Versuchstiere deutlich bemerkbar machen und in einem gesteigerten Stickstoffansatze zum Ausdruck kommen muß, selbst wenn auf diesem Wege nur ein Teil des geringen Eiweißbedarfs für die Lebenserhaltung von den nicht-eiweißartigen Stickstoffsubstanzen bestritten wird. Indem diese Verbindungen, nach ihrer Umwandlung durch die Bakterien, die Funktionen des Eiweißes bei der Erhaltung der Tiere übernehmen, machen sie einen entsprechenden Teil des Nahrungseiweißes für produktive Zwecke verfügbar. Unter den praktischen Verhältnissen der Produktionsfütterung, wo man mit den Eiweißgaben niemals bis an die physiologisch mögliche unterste Grenze hinabgeht, fehlt es den nicht-eiweißartigen Stoffverbindungen überhaupt an einem größeren Spielraum für die Entfaltung einer nützlichen Wirkung.[2])

[1]) Landw. Versuchsstationen 72. Bd., 1910, S. 437.

[2]) Vergl. hierzu O. Kellner, Zeitschrift f. Biologie 39. Bd., 1900, S. 365.

Die Frage, ob sich die nicht-eiweißartigen Stickstoffverbindungen an der Fettbildung im Tierkörper direkt oder indirekt beteiligen können, hat der Verfasser[1]) zu beantworten versucht, indem er den Ansatz von Fleisch und Fett ermittelte, welcher von einer proteinarmen, kohlenhydratreichen Nahrung mit und ohne Zugabe von Asparagin stattfand. Bei einer aus 750 g Wiesenheu, 600 g Maisschrot, 60 g Asparagin und 10 g Kochsalz bestehenden Tagesration, welche an Schafe verfüttert wurde, stellte sich der Ansatz täglich auf

19,3 g Fleisch[2]) und 100,0 g Fett,

dagegen auf 9,4 „ „ „ 103,1 „ „ , als in einem nachfolgenden Versuchsabschnitte das Asparagin dem Tiere entzogen wurde.[3]) In Kalorien ausgedrückt, belief sich der Ansatz bei der Asparaginfütterung auf 1080 Cal nach Wegfall dieser Zulage auf 1033 Cal. Der hier zutage tretende Überschuß von 47 Cal ist aber nicht als direkte Wirkung des Asparagins aufzufassen, da letzteres eine bessere Ausnutzung der Kohlenhydrate veranlaßte. Infolge der Zulage waren nämlich in Übereinstimmung mit früheren Untersuchungen (S. 57) 8,6 g stickstofffreie Extraktstoffe und 10,5 g Rohfaser mehr verdaut worden als aus der asparaginfreien Ration. Diese Mehrverdauung entspricht aber, wenn man die später zu erwähnenden Produktionsverhältnisse zugrunde legt, einem Ansatz von 45,5 Cal, also einem Betrage, welcher sich mit den oben berechneten 47 Cal der gesamten Asparaginwirkung deckt. Trotz der geringen, durch die stickstoffhaltige Zulage bewirkten Mehrverdauung stickstofffreier Nährstoffe hat aber eine Steigerung der Fettablagerung nicht stattgefunden, woraus zu schließen ist, daß das Asparagin selbst an dem Vorgange der Fettbildung keinen Anteil hat. — Hiermit stimmen auch einige Beobachtungen überein, welche der Verfasser über die Verwertung der an nicht-eiweißartigen Substanzen so reichen Malzkeime angestellt hat.[4])

In der tierischen Ernährung spielt also das Asparagin nur eine sehr untergeordnete Rolle, die zudem meist nur dann hervortritt, wenn es sich um kohlenhydratreiche, einseitig proteinarme Rationen handelt. Innerhalb der Grenzen, welche man gegenwärtig bei der Produktionsfütterung einhält, ist ihm daher nur ausnahmsweise Gelegenheit geboten, seine indirekte Wirkung auf die Verdauung der Kohlenhydrate und den Eiweißansatz zu entfalten. Sonst verbrennt es unter Abspaltung von Harnstoff fast immer glatt zu Kohlensäure und Wasser, es liefert dabei eine geringe Menge Wärme, an welcher das reichlich gefütterte Tier bei gewöhnlicher Stalltemperatur keinen Mangel leidet, und die selbst beim Erhaltungsfutter nicht viel zu bedeuten hat.

Wie sich die stickstoffhaltigen Substanzen nicht-eiweißartiger Natur, welche

[1]) Verhandlungen der Gesellsch. Deutsch. Naturforscher und Ärzte 1904 in Breslau. Leipzig 1905, S. 145.

[2]) Wasser-, fett- und aschefreies Fleisch.

[3]) Da zwischen beiden Versuchsabschnitten ein Zeitraum von ca. 1 Monat lag, so hatte sich der Eiweißansatz allmählich auf natürlichem Wege vermindert, wie dies während lang andauernder, reichlicher Versorgung der Tiere mit Eiweiß stets der Fall ist.

[4]) Näheres hierüber findet sich im vorliegenden Kapitel unter f.

komplizierter als das Asparagin zusammengesetzt sind, bei der Fettbildung verhalten, ist noch nicht entschieden, wie denn überhaupt die gesamte Frage, welche Stellung diese Stoffe unter den Nährstoffen einnehmen, noch ausgedehnter Untersuchung bedarf. Festgestellt ist bis jetzt im allgemeinen nur, daß der Wiederkäuer bei eiweißarmem, sonst aber reichlichem Futter einzelne nicht-eiweißartige Stickstoffsubstanzen (Asparagin und Ammoniak, sowie die Stickstoffsubstanzen der Kartoffeln und des jungen Grases) — wahrscheinlich nach deren Umwandlung durch die Bakterien des Futterbreies — in beschränktem Umfange zur Eiweißbildung verwerten, aus einfacheren Amiden aber Körperfett nicht bilden kann. Einige weitere diesen Gegenstand berührende Untersuchungen folgen weiter unten im Kapitel über die Fütterung des Milchviehes (III. Teil, Kapitel 7, Abschnitt 5 unter 4).

d) Wirkung stickstoffhaltiger Stoffe leimartiger Natur.

Wie die moderne Eiweißforschung mit aller Deutlichkeit gezeigt hat, eignen sich die verschiedenen Eiweißkörper als Ersatz für das zerfallende und als Baumaterial für das neuzubildende Körpereiweiß im verschiedenen Grade, je nachdem ihr molekularer Aufbau dem des Körpereiweißes gleich oder unähnlich ist (S. 117). Ferner haben wir gesehen (S. 125), daß das Eiweiß auch bei vollständiger Zerlegung in seine Spaltungsprodukte die Fähigkeit nicht einbüßt, einen normalen Fleischansatz zuwege zu bringen, überhaupt ebenso zu wirken, wie bei Verabfolgung desselben in nicht abgebautem Zustande. Fehlen dagegen einige für den Aufbau des Körpereiweißes besonders wichtige Bausteine, so bleibt jede Wirkung der eben geschilderten Art aus.

Diese Forschungsergebnisse sind besonders geeignet, die Rolle zu klären, die der beim Kochen der Bindegewebssubstanz entstehende Leim bei der Ernährung spielt, und da während des Krieges die Herstellung und Verwendung leimhaltiger Futtermittel einen größeren Umfang angenommen hat, ist eine eingehendere Besprechung der Nährwirkung des Leimes wohl am Platze.

Die ersten genauen Stoffwechselversuche; die über die Nährwirkung des Leimes Aufschluß geben, rühren von C. Voit und seinen Schülern[1]) her. Die genannten Forscher verabfolgten u. a. an 2 Hunde wechselnde Leimmengen bei gleichzeitiger Zufuhr von Fleisch in verschiedenen Gaben. Die hauptsächlichsten Ergebnisse dieser Untersuchungen veranschaulicht folgende übersichtliche Darstellung:

Fleisch	Leim	N in der Nahrung	N in den Ausscheidungen	N-Ansatz
g	g	g	g	g
2000	—	68,0	67,0	+ 1,0
2000	200	96,0	83,2	+12,8
500	—	17,0	17,7	— 0,7
500	200	45,1	43,5	+ 1,6
200	200	34,8	38,8	— 4,0

[1]) Bischoff und Voit, Gesetze der Ernährung des Fleischfressers 1860, S. 215; C. Voit, Zeitschrift für Biologie 8. Bd., 1872, S. 297 und 10. Bd., 1874, S. 202.

Fleisch g	Leim g	N in der Nahrung g	N in den Ausscheidungen g	N-Ansatz g
200	300	48,8	51,6	— 2,8
200	200	35,3	34,4	+ 0,9
—	200	28,5	32,4	— 3,9

Aus diesen Ergebnissen geht einmal herror, daß der Leim, neben einer Fleischgabe gereicht, einen höheren Stickstoffansatz zu erzielen vermag, als die Fleischfütterung allein, zum anderen zeigt sich aber auch, daß bei dem einen Hund der sich mit 200 g Fleisch und 200 g Leim ins Stickstoffgleichgewicht gesetzt hatte, beträchtliche Mengen Körpereiweiß zugeschossen werden mußten, als diese Fleischgabe in Fortfall kam. Der Leim hat also das Eiweiß nicht zu ersetzen vermocht, wohl aber eine weitgehende Eiweißersparnis im Gefolge gehabt. Zu denselben Ergebnissen sind auch andere Forscher[1]) gekommen, und es hat sich dabei stets ergeben, daß, wie groß auch die Gabe der verfütterten Leimstoffe war, eine bestimmte Menge Nahrungseiweiß den Tieren zugeführt werden mußte, um Gleichgewicht zwischen Einnahmen und Ausgaben zu schaffen.

Es war nun begreiflicherweise von Interesse, die Frage näher zu studieren, wie weit man bei gleichzeitiger Darreichung von Leim mit dem Nahrungseiweiß herabgehen kann, ohne daß der Körper aus seinem Eiweißbestand zuschießen muß. Versuche dieser Art wurden von J. Munk[2]) und M. Kauffmann[3]) ausgeführt. Während die Munkschen Versuche infolge der zu hoch bemessenen Eiweißgabe des Versuchsfutters das gesteckte Ziel nicht erreicht haben, entsprechen die Kauffmannschen Untersuchungen weit besser den zu stellenden Anforderungen. Sie ergaben, daß ausgewachsene Hunde im Stickstoffgleichgewicht bleiben, wenn höchstens $^1/_5$ des zur Erhaltung nötigen Eiweißstickstoffs durch Leimstickstoff ersetzt wird; schon bei Ersatz eines Viertels des Eiweißstickstoffs durch Leimstickstoff wurde das Gleichgewicht gestört und etwas Körpereiweiß zersetzt.

Viel weitgehender ist naturgemäß die Verwertung des Leimes durch wachsende Tiere, die in ihrem Muskelgewebe, in den Drüsen, in der Lunge, ganz besonders aber im Bindegewebe, in der Haut, in den Hautsehnen, Knorpeln und Knochen leimgebendes Gewebe ansetzen. Versuche von G. Fingerling[4]) beleuchten die Rolle, die der Leim in dieser Richtung spielt. Junge, im vollen Wachstum begriffene Schweine, die pro Tag ca. 10 g Stickstoff anzusetzen vermochten, erhielten ein sehr eiweißarmes Grundfutter (Kartoffelflocken) und als Zulage einmal vollwertiges Eiweiß und dann verschiedene Leimfabrikate. Die Ergebnisse der Versuche veranschaulichen die nachfolgenden Stickstoffbilanzen:

[1]) J. Munk, Pflügers Archiv 58. Bd., 1894, S. 309; Gerlach, Die Peptone 1891; J. Kirchmann, Zeitschrift für Biologie 40. Bd., 1900, S. 54 und O. Krummacher, ebenda 42. Bd. 1901, S. 242; M. Kauffmann, Pflügers Archiv f. d. ges. Physiologie 109. Bd. 1905, S. 440; P. Rona und W. Müller, Zeitschr. f. physiol. Chemie 50. Bd. 1907, S. 263.

[2]) Pflügers Archiv für Physiologie 58. Bd., 1894, S. 309;

[3]) Ebendaselbst; 109. Bd. S. 440.

[4]) Noch nicht veröffentlicht.

	Grundfutter g	Zulage g	Stickstoff im Kot g	Stickstoff im Harn g	Ansatz g
		Schwein 12			
Grundfutter	14,66	—	3,85	8,20	+ 2,61
Kleber	14,74	10,67	3,24	13,15	+ 9,02
Badersches Leimleder [1])	14,82	11,57	3,38	14,36	+ 8,65
Leffersches „ [1])	14,87	11,32	3,98	14,51	+ 7,70
Glutinpulver [1]) . . .	14,92	11,10	4,19	15,12	+ 6,71
Kleber	14,99	10,70	4,35	14,79	+ 6,55
		Schwein 13			
Grundfutter	14,66	—	3,58	8,72	+ 2,36
Kleber	14,74	5,34	3,32	9,45	+ 7,31
Badersches Leimleder .	14,82	5,53	3,46	9,87	+ 7,02
Leffersches „ .	14,87	5,67	3,73	10,35	+ 6,46
Glutinpulver	14,92	5,62	3,88	10,35	+ 6,31
Kleber	14,99	5,36	4,22	9,15	+ 6,98
		Schwein 14			
Grundfutter	8,86	—	4,35	4,30	+ 0,21
Kleber	8,66	13,44	5,47	5,79	+ 10,84
Badersches Leimleder .	8,75	14,03	4,46	12,22	+ 6,10
Leffersches „ .	8,61	14,14	4,60	13,14	+ 5,01
Glutinpulver	8,80	14,58	4,97	14,39	+ 4,02
		Schwein 15			
Grundfutter	8,86	—	4,42	4,06	+ 0,38
Kleber	8,66	6,73	4,32	4,24	+ 7,03
Badersches Leimleder .	8,75	7,02	4,61	5,93	+ 5,23
Leffersches „ .	8,61	7,07	4,78	6,11	+ 4,79
Glutinpulver	8,80	7,29	4,93	6,84	+ 4,32
		Schwein 18			
Kleber	2,71	23,38	4,12	11,11	+ 10,86
Badersches Leimleder .	2,77	23,17	4,84	19,62	+ 1,48
Leffersches „ .	2,81	24,10	5,08	21,85	— 0,02
Glutinpulver	2,88	23,78	4,88	24,06	— 2,28
		Schwein 19			
Kleber	2,71	13,36	4,56	4,08	+ 7,43
Badersches Leimleider .	2,76	13,60	4,83	11,71	— 0,17
Leffersches „ .	2,81	13,47	5,39	12,24	— 1,35
Glutinpulver	2,88	13,37	4,92	13,59	— 2,24

[1]) Badersches Leimleder bestand aus dem Unterhautzellgewebe und die stickstoffhaltige Substanz enthielt 14,6 % Eiweiß und 85,4 % Leim resp. Kollagen; diejenige des Lefferschen Leimleders enthielt 8,5 % Eiweiß und 91,5 % Leim. Glutinpulver bestand aus reinem Leim.

Bei Betrachtung dieser Zahlenreihe fällt zunächst die schon von C. Voit und seinen Mitarbeitern beobachtete weitgehende eiweißsparende Wirkung des Leimes ins Auge, sowie die Tatsache, daß der Leim das Eiweiß dann nicht ersetzen kann, wenn das letztere eine gewisse untere Grenze unterschreitet. Ist dies jedoch nicht der Fall, so kann der Leimstickstoff — wie dies die Versuche mit Schwein 12 und 13 zeigen — den Eiweißstickstoff so vertreten, daß tatsächlich unter Verhältnissen, unter denen ohne Beifütterung von Leim kein normaler Stickstoffansatz stattgefunden hätte, ein solcher zustande kommen kann. Forscht man nach der Ursache dieser Erscheinung, so geben die eben erwähnten Versuche hierüber einigen Aufschluß. Es wurden nämlich vom Leimstickstoff folgende Mengen angesetzt:

	Schwein 12	Schwein 13	Schwein 14	Schwein 15
Badersches Leimledermehl .	4,35 g N	3,85 g N	4,05 g N	4,21 g N
Lefferſches „ .	4,13 „ „	3,62 „ „	3,81 „ „	4,19 „ „
Glutinpulver	4,10 „ „	3,95 „ „	4,02 „ „	4,32 „ „

Die Gleichmäßigkeit der Verwertung des Leimstickstoffs bei den Tieren, bei denen der Erhaltungsbedarf an Eiweiß gedeckt oder etwas überschritten war, deutet darauf hin, daß die Tiere in Ermangelung von Eiweiß diejenigen stickstoffhaltigen Bestandteile ihres Organismus aus dem zugeführten Leim gebildet haben, die daraus aufgebaut werden konnten, und da wird man mit N. Zuntz in erster Linie an den Aufbau des leimhaltigen Gewebes denken können. In dieser Beziehung hat sich also der Leim dem Eiweiß gleichwertig gezeigt und ca. 45% des zum Ansatz nötigen Stickstoffs geliefert. Wir sehen also, daß die Verwertung des Leimes beim wachsenden Tiere eine weit umfassendere sein kann, als beim ausgewachsenen Tiere.

Wie sich diese Verhältnisse beim milchgebenden Tiere gestalten, ist auf Grund einwandfreier Stoffwechselversuche experimentell noch nicht geprüft worden.

Die Unfähigkeit des Leimes, Eiweiß vollständig zu ersetzen, ist, wie oben dargetan, in allen Versuchen in Erscheinung getreten und auch ohne weiteres verständlich, wenn wir berücksichtigen, daß dem Leim wichtige Eiweißbausteine fehlen. Er besitzt die aromatischen Gruppen (Tyrosin und Tryptophan) überhaupt nicht und die schwefelhaltige Gruppe (Cystin) nicht vollständig. Im Sinne der Abderhaldenschen Auffassung müßten also dem Leim, soll er Eiweißwirkung entfalten, die fehlenden Bausteine zugeführt werden. Versuche mit Leim und Tyrosin haben Escher[1]) und K. B. Lehmann[2]) ausgeführt, ohne zu einem sicheren Ergebnis zu kommen. Besser fundiert sind die Versuche M. Kauffmanns[3]), der neben Tyrosin auch das fehlende Tryptophan sowie Cystin zuführte. Die erhaltenen Stickstoffbilanzen deuten einen kleinen Stickstoffgewinn an. Eine Bestätigung dieser Resultate konnte aber von P. Rona und W. Müller[4]) bei der Wiederholung der Kauffmannschen Versuche nicht erreicht werden. Die aufgeworfene Frage ist

[1]) Vierteljahrsschrift der naturforschenden Gesellschaft in Zürich 1876, S. 38.
[2]) Sitzungsberichte der Münchener physiol. Gesellschaft 10. März 1885.
[3]) Pflügers Archiv f. d. ges. Physiol. Bd. 109, 1905, S. 454.
[4]) Zeitschr. f. physiol. Chemie 50. Bd. 1907, S. 263.

demnach, so sehr die Wahrscheinlichkeit für eine solche Ergänzungsmöglichkeit spricht, experimentell noch nicht bewiesen.

e) Die Wirkung der stickstofffreien Nährstoffe.

1. Bei alleiniger Zufuhr stickstofffreier Nährstoffe wird vor allem der Verbrauch von Körperfett herabgesetzt, der Verbrauch von Körpereiweiß zwar zuweilen etwas eingeschränkt, jedoch niemals ganz aufgehoben. Infolge dieser Ersparnis an Körpersubstanz leben die so gefütterten Tiere zwar länger als bei vollständiger Nahrungsentziehung, der fortdauernde Eiweißverbrauch führt aber dennoch zum Tode. Die stickstofffreien Nährstoffe sind eben nicht imstande, die Rolle des Eiweißes im Organismus zu übernehmen.

Experimentelle Belege hierzu finden sich in großer Zahl unter den Fütterungsversuchen, welche C. Voit teils allein, teils in Verbindung mit M. Pettenkofer und seinen Schülern, ferner M. Rubner u. a. angestellt haben.[1]) Von den Ergebnissen des letztgenannten Forschers, der zu diesen Arbeiten Hunde benützte, seien als Beispiele die folgenden angeführt:[2])

	Gewinn (+) oder Verlust (—) am Körper: Fleisch[3])	Fett
Hunger	— 10,1 g	— 60,5 g
200 g Speck	— 10,1 „	+ 128,2 „
Hunger	— 15,4 „	— 42,4 „
100 g Speck	— 14,9 „	+ 52,3 „
Hunger	— 12,8 „	— 33,8 „
39,75 g Schweine- und Butterfett	— 14,6 „	+ 6,8 „
Hunger	— 11,2 „	— 42,7 „
97,3 g Rohrzucker	— 11,5 „	— 3,0 „
17,0 „ „	— 8,5 „	— 35,8 „
Hunger	— 8,5 „	—
143,0 g Rohrzucker	— 7,3 „	+ 23,3 „
Hunger	— 8,5 „	— 29,5 „
43 g Stärkemehl	— 9,2 „	— 9,6 „
Hunger	— 15,8 „	— 25,0 „
94,4 g Rohrzucker + 68 g Stärkemehl + 4,7 g Fett	— 7,4 „	+ 58,2 „

[1]) Zeitschrift für Biologie 5. Bd., 1869, S. 329 u. 383; 19. Bd., 1883, S. 328; 22. Bd., 1886, S. 273 u. 30. Bd., 1894, S. 123.

[2]) Die Angaben über die Nahrungsaufnahme beziehen sich auf die Differenz zwischen Einnahmen und Ausgaben, einschließlich des im Harn ausgeschiedenen Zuckers bei Rohrzuckerfütterung.

[3]) Wasser-, asche- und fettfreies Fleisch.

Während also nach der Zufuhr von Fett und Kohlenhydraten der Eiweißzerfall fortbestehen blieb, und sich nur in einzelnen Fällen eine Eiweißersparnis beobachten ließ, wurde der Stoffverbrauch überall herabgesetzt; und in den Fällen, in welchen die nutzbare Energie der verzehrten Nahrungsstoffe größer war, als dem Stoffzerfall bei Hunger entsprach, wurde der Überschuß zum Teil zu einer Ablagerung von Fett verwendet. Wie diese Untersuchungen also lehren, kann der tierische Organismus seinen Fettvorrat vermehren und dabei gleichzeitig seinen Eiweißbestand verringern. Der Fettansatz braucht somit nicht einherzugehen mit einem gleichzeitigen Eiweißansatz.

Daß ferner auch die Rohfaser, deren verdaulicher Teil ja überwiegend aus einem Kohlenhydrat, der Zellulose, besteht, ganz ebenso wirkt, wie das Stärkemehl oder der Rohrzucker, ist von W. v. Knieriem[1]) in Versuchen mit Kaninchen beobachtet worden. Die Tiere hatten zu einer unzureichenden, aus Milch und Hornspänen bestehenden Nahrung einmal Rohfaser, das andere Mal Rohrzucker zugelegt erhalten und hierbei folgende Mengen Stickstoff und Kohlenstoff noch vom Körper abgegeben:

Nahrung pro Tag (2 Tiere)	Gewinn (+) oder Verlust (—) am Körper: Stickstoff g	Kohlenstoff g
Milch und Hornspäne	— 0,599	— 4,52
Desgl. + 18,63 g Rohfaser	+ 0,104	— 0,43
Milch und Hornspäne	— 0,330	— 4,87
Desgl. + 11 g Zucker	— 0,318	— 1,67
„ + 33 „ „	— 0,023	+ 5,65

Die zugeführte Rohfaser hat hiernach sowohl den Eiweißverbrauch (Stickstoff), als auch die Fettzersetzung deutlich vermindert.

Unter den Nahrungsbestandteilen, welche nicht zu der Gruppe der Hexosane gehören, sind bis jetzt nur die Pentosane und einige organische Säuren in der gleichen Richtung untersucht worden, wie die bisher besprochenen stickstofffreien Nährstoffe. Auf Grund von Versuchen mit der Rhamnose, einem Zucker, der chemisch als Methylpentose anzusprechen ist, kam M. Cremer[2]) zu dem Schluß, daß dieser Stoff sich ebenso verhält, wie die gewöhnlichen Kohlenhydrate. Kaninchen, denen Rhamnose als ausschließliche Nahrung verabfolgt wurde, verloren z. B. an Stickstoff und Kohlenstoff aus ihrem Organbestande pro Tag:[3])

[1]) Zeitschrift für Biologie 21. Bd., 1885, S. 67.

[2]) Ebenda 42. Bd., 1901, S. 428.

[3]) Die Angaben für die Rhamnose sind berechnet aus dem Verzehr und der Ausscheidung an dieser Substanz im Kot und Harn.

	Stickstoff g	Kohlenstoff g
Nach längerer Hungerzeit	1,61	16,54
17,09 g Rhamnose	1,63	10,84
Bei Hunger	1,06	10,74
18,96 g Rhamnose	0,86	5,34
Bei Hunger	2,03	13,38
24,30 g Rhamnose	2,13	4,48

Nach der Verabreichung von Rhamnose wurde also weniger Kohlenstoff vom Körper abgegeben als bei Hunger, woraus gefolgert werden muß, daß dieser Stoff an Stelle von Körperfett zersetzt worden ist. Auf welchem Wege die Wirkung zustande gekommen ist, konnte der Versuchsansteller angesichts der fehlenden Grundlagen nicht entscheiden, vielmehr nur die Vermutung aussprechen, daß die verfütterte Rhamnose nicht etwa durch den Einfluß der Spaltpilze im Darm zu verwertbaren Bausteinen abgebaut worden sei, sondern daß sie in unzersetzter Form zur Resorption und aldann zur Verbrennung gelangt sei. Gegen diese Auslegung spricht aber der Umstand, daß im Harn der Wiederkäuer, bei denen bekanntlich die Tätigkeit der Mikroorganismen bei der Verdauung eine große Rolle spielt, niemals größere Mengen Pentosane nachgewiesen werden konnten, während beim Hunde und Menschen diese Zuckerart zum großen Teil in den Harn übergehen kann. Auch die Versuche von P. Schirokich machen eine Verwertung der Pentosane ohne Abbau durch Bakterien wenig wahrscheinlich, denn sie haben gezeigt, daß die Arabinose im Organismus nur schwer verbrennt und dabei den Stoffwechsel unberührt läßt. Schließlich sprechen die von demselben Versuchsansteller bei einer jungen und alten Ziege gemachten Beobachtungen, daß nach Verfütterung von Arabinose im Harn der ausgewachsenen Ziege keine Pentosane nachgewiesen werden konnte, während diese Zuckerart im Harn des jungen Tieres mit noch nicht vollständig ausgebildetem Pansen auftrat, für eine Mitwirkung der Bakterien.

Auch für die organischen Säuren ist der Nachweis erbracht, daß dieselben beim hungernden Tiere Körperfett vor dem Verbrauch zu schützen vermögen. N. Zuntz und v. Mering[1]) bestimmten den Sauerstoffkonsum hungernder Kaninchen, denen das Natriumsalz der Milchsäure in die Blutgefäße injiziert worden war und fanden, daß pro Kilogramm Tier und Viertelstunde der Sauerstoffverbrauch im Durchschnitt von je 4 Stunden vor der Einspritzung 160,8, nach derselben 164,2 ccm betrug, also nicht geändert worden war. Da nun die Milchsäure rasch und vollständig in den Geweben oxydiert wird, so hätte, wenn nach der Einverleibung derselben der Fettverbrauch nicht herabgesetzt worden wäre, der Sauerstoffkonsum bedeutend ansteigen müssen. Da dies nicht der Fall war, so muß die Milchsäure Körperfett bei der Wärmebildung vertreten haben. Wurde

[1]) Archiv f. d. ges. Physiologie 32. Bd., 1883, S. 172; vergleiche auch S. Wolfers, ebenda S. 248.

dagegen das erwähnte Salz in den Magen gebracht, so trat wahrscheinlich infolge einer Anregung der peristaltischen Bewegungen des Verdauungsschlauches eine schwächere oder stärkere Vermehrung des Sauerstoffverbrauchs ein. — Ähnliche Beobachtungen hat J. Munk[1]) mit dem Natriumsalz der Buttersäure gemacht, welches in so großer Menge in die Gefäße gespritzt wurde, daß es den respiratorischen Gaswechsel um 60—100% hätte steigern müssen, wenn es nicht Körperfett erspart hätte; es war jedoch nur eine Vermehrung des Sauerstoffkonsums, aber keine Steigerung der Kohlensäureausscheidung eingetreten, was sich aus der Zusammensetzung der Buttersäure und des Körperfettes erklärt. Es fand bei diesen Untersuchungen tatsächlich isodyname Vertretung des Körperfettes durch die Buttersäure statt. — Essigsäure scheint dagegen nach Untersuchungen Mallèvres[2]) einen Anreiz auf den Stoffwechsel auszuüben und Körperfett nicht nach ihrem isodynamen Werte zu vertreten, sondern schwächer zu wirken. Die Essigsäure bildet also eine Ausnahme von der sonst als allgemein gültig erkannten Regel, nach welcher innerhalb des Erhaltungsfutters die Vertretung der Nährstoffe nach Maßgabe ihres Inhaltes an nutzbarer Energie erfolgt.

2. Werden die **stickstofffreien Nährstoffe neben Eiweiß** verfüttert, so richtet sich ebenso, wie bei ausschließlicher Eiweißnahrung der Eiweißumsatz nach der Eiweißzufuhr; unter dem Einfluß der stickstofffreien Nährstoffe wird aber etwas mehr Eiweiß angesetzt als ohne dieselben. — Nach der Zulage von Fett zu verschiedenen Fleischrationen beobachtete C. Voit[3]) am Hunde folgenden Verlauf der Zersetzung:

Tägliche Nahrung		Fleischzersetzung	Fleisch-Ansatz (+) oder Verlust (—)
Fleisch	Fett		
g	g	g	g
500	100	463	+ 37
500	200	500	0
500	300	456	+ 44
500	0	522	— 22
1000	0	1140	— 140
1000	100	1042	— 42
1000	300	970	+ 30
1000	0	1134	— 134
1500	0	1500	0
1500	30—60	1486	+ 14
1500	100	1442	+ 58
1500	150	1422	+ 78
1500	0	1484	+ 16

[1]) Archiv f. d. ges. Physiol. 46. Bd., 1890, S. 322.
[2]) Ebenda 49. Bd., 1891, S. 460.
[3]) Zeitschr. für Biologie 5. Bd., 1869, S. 352.

Die eiweißsparende Wirkung des Nahrungsfettes, welche sich hier überall deutlich äußert, tritt uns auch in allen Untersuchungen entgegen, die mit Pflanzenfressern angestellt worden sind, so z. B. in Versuchen des Verfassers,[1]) in welchen bei Ochsen zu einem Grundfutter von bekannter Wirkung Erdnußöl zugegeben worden war. Hier betrug die Menge der verdauten Nährstoffe, sowie der Fleischansatz pro Tag und Kopf bei 3 Tieren:

	Verdaute Nährstoffe			Fleischansatz[2])
	Rohprotein	Fett	Stickstofffreie Stoffe exkl. Fett	
	g	g	g	g
Grundfutter . . .	884	126	6033	76,6
Ölzulage	878	803	5920	85,0
Grundfutter . . .	724	90	4021	33,8
Ölzulage	698	633	3598	119,4
Grundfutter . . .	564	20	4257	— 0,2
Ölzulage	573	477	4274	43,5

Trotz der teilweise sehr niedrigen Gaben von Rohprotein und stickstofffreien Nährstoffen (exkl. Fett) hat die Ölzulage doch überall unverkennbar den Eiweißansatz gefördert.

In jeder Beziehung ähnlich wie das Nahrungsfett wirken auch die Kohlenhydrate auf den Eiweißzerfall. Am Fleischfresser, einem etwa 35 kg schweren Hunde, beobachtete C. Voit[3]) in dieser Hinsicht folgendes:

Tägliche Nahrung		Fleischumsatz	Ansatz (+) oder Verlust (—) von Fleisch am Körper
Fleisch	Stärkemehl		
g	g	g	g
500	100—300	502	— 2
500	0	564	— 64
800	0	826	— 26
800	100—400	763	+ 37
800	0	895	— 95
1000	0	1028	— 28
1000	100—400	902	+ 98
1000	0	1112	— 112
1500	0	1599	— 99
1500	200	1454	+ 46
2000	0	1991	+ 9
2000	200—300	1792	+ 208

[1]) Landw. Versuchsstationen 53. Bd., 1900, S. 124 u. 214.
[2]) Asche-, wasser- und fettfreies Fleisch.
[3]) Zeitschrift für Biologie 5. Bd., 1869, S. 431.

Wie bei der Ernährung mit Eiweiß und Fett, so sehen wir auch hier den Eiweißumsatz in erster Linie beherrscht von der Eiweißzufuhr. Das Stärkemehl hat dabei ebenso, wie das Nahrungsfett, den Umsatz vermindert und den Ansatz gefördert. Dieselbe Wirkung trat auch hervor, als Traubenzucker neben Fleisch verfüttert wurde:

Tägliche Nahrung		Fleisch-umsatz	Ansatz (+) oder Verlust (—) an Fleisch vom Körper
Fleisch	Traubenzucker		
g	g	g	g
500	300	466	+ 34
500	200	505	— 5
500	100	537	— 37
500	0	564	— 64

Zahlreiche Beobachtungen am Pflanzenfresser bestätigen diese Ergebnisse und zeigen, daß auch der Rohrzucker und der verdauliche Teil der Rohfaser Eiweiß zu ersparen vermögen.[1]) Von neueren Untersuchungen, die auch die flüchtigen Stickstoffverbindungen des Kotes berücksichtigen, seien hier die des Verfassers[2]) angeführt, bei welchen Ochsen benützt und zu einem gleichbleibenden Grundfutter Stärkemehl, Rohrzucker und Rohfaser (mit Natronlauge unter Druck extrahiertes Roggenstroh) zugegeben worden waren. Für die Verdauung des Futters und den Fleischansatz ergaben sich im Durchschnitt mehrerer Versuche folgende Zahlen:

	Verdaute Nährstoffe				Fleisch-Ansatz[3])
	Roh-protein	Fett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Roh-faser	
	g	g	g	g	g
8 Versuche.					
Stärkemehlzulage .	639	72	5304	1106	85,3
Grundzucker . .	736	79	3846	1180	47,1
2 Versuche.					
Rohrzuckerzulage .	803	260	4709[4])	984	150,4
Grundfutter . .	881	266	2994	1032	46,8
2 Versuche.					
Rohfaserzulage. .	701	113	3347	3115	127,7
Grundfutter . .	793	104	2903	1098	38,2

---

[1]) H. Grouven, zweiter Bericht aus Salzmünde 1864 und W. Henneberg, Journal für Landw. 10. Bd., 1865, S. 157; W. Henneberg, Beiträge zur Begründung einer rationellen Fütterung 2. Heft, 1864, S. 415 und neue Beiträge 1871, S. 207 und 385; G. Kühn und M. Fleischer, Landw. Versuchsstationen 12. Bd., 1869, S. 197 und 450; E. Schulze und M. Maercker, Journal für Landw. 18. Jahrg. 1870, S. 1 und 19. Jahrg. 1871, S. 46; F. Stohmann, Zeitschrift für Biologie 6. Bd., 1870, S. 204 und Biol. Studien 1. Heft 1873.

[2]) Landw. Versuchsstationen 53. Bd., 1900, S. 38, 121, 210 u. 316; zum Teil noch nicht veröffentlicht.

[3]) Wasser-, fett- und aschefreies Fleisch.

[4]) Darunter 1850 g Rohrzucker.

Daß auch die Pentosane den Eiweißumsatz in gleicher Weise beeinflussen wie die Kohlenhydrate, scheint aus älteren Versuchen von H. Grouven[1]) hervorzugehen, in welchen arabisches Gummi, ein sehr pentosanreiches Material, neben einer ausschließlichen Strohration verfüttert, den Eiweißzerfall beträchtlich herabsetzte.

Unter dem vorliegenden Gesichtspunkte haben wir von den stickstofffreien Bestandteilen der Futtermittel nur noch eine Gruppe zu betrachten, die organischen Säuren, deren Wirkung auf den Eiweißumsatz reichlich gefütterter Tiere jedoch leider noch nicht genügend erforscht ist.[2]) Durch die Untersuchungen von N. Zuntz und v. Mehring mit Milchsäure, sowie von J. Munk mit Buttersäure (S. 138) ist jedoch bewiesen, daß diese Säuren, dem hungernden Tiere einverleibt, Körperfett zu ersparen vermögen, indem sie an Stelle des letzteren verbrennen. Allerdings kann aus diesen Beobachtungen nicht ohne weiteres geschlossen werden, daß die organischen Säuren auch als Zulage zu einem den Hungerbedarf überschreitenden Futter gegeben, resorbierte Nährstoffe vor dem Zerfall zu schützen vermögen, weil sie möglicherweise nur thermische Energie erzeugen. Anderweitige Beobachtungen lassen jedoch diese Bedenken gegen die erwähnten Ergebnisse hinfällig erscheinen. Es liegt jedenfalls kein Grund vor, den organischen Säuren bezüglich des Eiweißansatzes eine Ausnahmestellung einzuräumen, wenn auch zugegeben werden muß, daß direkte beweisende Versuche noch nicht vorliegen.

Unter den stickstofffreien Bestandteilen der Futtermittel sind es also die Fette und die Kohlenhydrate, einschließlich der Rohfaser, von denen es sichergestellt ist, daß sie den Eiweißansatz fördern; von den Pentosanen und den organischen Säuren ist es als wahrscheinlich anzusprechen, daß sie die gleiche eiweißsparende Wirkung haben wie die Kohlenhydrate. Bei dieser Sachlage kann es nicht zweifelhaft sein, daß auch die verdaulichen stickstofffreien Extraktstoffe, die ja hinsichtlich ihrer Zusammensetzung und ihres Wärmewertes den Kohlenhydraten gleichen, in ihrer Gesamtheit eiweißsparend zu wirken vermögen.

Man hat sich weiter mehrfach bemüht, das qualitative Verhältnis zu ergründen, in welchem die verschiedenen Nährstoffe Eiweiß ersparen. Nach den Beobachtungen C. Voits[3]), welcher zu gleichbleibenden Fleischrationen ver-

---

[1]) W. Henneberg, Referat im Journal für Landw. 10. Bd., 1865, S. 157.

[2]) Einige Untersuchungen von H. Weiske und E. Flechsig (Journal für Landw. 37. Bd., 1889, S. 199), in welchem milchsaurer Kalk, Traubenzucker und essigsaures Natron einem Grundfutter zugelegt und der Stickstoffumsatz ermittelt worden war, erscheinen deshalb nicht einwandfrei, weil das Versuchstier (Hammel) in den 3 Perioden mit Grundfutter, die der Verabreichung der Zulagen vorangingen, einen sehr ungleichmäßigen, sonderbarerweise ansteigenden Stickstoffansatz (0,50, 1,84 bezw. 2,16 g pro Tag) aufwies. Weiske folgerte aus diesen Versuchen, daß die Milchsäure den Eiweißumsatz herabdrückt, die Essigsäure ihn aber beschleunigt; hierzu würden die S. 138 angeführten Beobachtungen eine gewisse Analogie bieten.

[3]) Zeitschrift für Biologie 5. Bd., 1869, S. 447.

schiedene Mengen Fett, Stärkemehl und Zucker zulegte, traten beim Hunde folgende Verhältnisse zutage:

Nahrung		Tägl. Fleischumsatz	Tägl. Fleischansatz
Fleisch	Stickstofffreie Stoffe		
g	g	g	g
176	100—364 Stärke	220	— 44
176	250 Fett	233	— 57
400	200 Fett	459	— 59
400	250 Stärke	431	— 31
400	250 Zucker	439	— 39
500	250 Fett	558	— 58
500	300 Zucker	466	+ 34
500	500 „	505	— 5
500	100 „	537	— 37
800	250 Stärke	745	+ 55
800	200 Fett	773	+ 27
2000	200—300 Stärke	1792	+208
2000	250 Fett	1883	+117

In sämtlichen Versuchen war hiernach die Wirkung der Kohlenhydrate bei ziemlich gleichen Mengen etwas größer als die des Fettes, was durch spätere Untersuchungen von B. Kayser[1]) am Menschen und H. Weiske[2]) an Hammeln bestätigt worden ist. Das Wirkungsverhältnis steht hiernach keineswegs etwa in Abhängigkeit zum physiologischen Nutzwert der stickstofffreien Stoffe, sondern die Kohlenhydrate äußern schon zu gleichen Mengen reichlich dieselbe Sparwirkung, wie das vom Standpunkte der isodynamen Vertretung hochwertigere Fett. Man hat somit in den Kohlenhydraten ein vortreffliches Mittel, den Eiweißverbrauch herabzusetzen und den Ansatz zu fördern.

Für die auffällige Überlegenheit der Kohlenhydrate über das Fett, welche sich hier in dem Vermögen Eiweiß zu sparen offenbart, ist kürzlich von E. Landergren[3]) eine recht annehmbare Erklärung gegeben worden. Als derselbe den Stickstoffumsatz bei Menschen verfolgte, welche zuerst eine, dem Energiebedarf genügende, aber fast stickstofffreie, zum überwiegenden Teil aus Kohlenhydraten bestehende Nahrung erhielten, und als er darauf die Kohlenhydrate durch eine isodyname Menge Fett ersetzte, fand er, daß dieser Nahrungswechsel stets mit einer ansehnlichen Steigerung des Eiweißumsatzes verknüpft war. Diese Steigerung unterblieb, wenn neben dem Fett geringe Mengen Kohlenhydrat gereicht wurden. Mit Recht wird aus diesen Beobachtungen folgendes geschlossen: Die lebenden Zellen bedürfen zu ihren normalen Leistungen ein gewisses Minimum nicht bloß

[1]) v. Noorden, Dubois-Reymonds Archiv, physiol. Abt. 1893, S. 371.
[2]) Zeitschrift für physiol. Chemie 21. Bd., 1895/96, S. 42.
[3]) Skand. Archiv für Physiologie 14. Bd., 1903, S. 112.

an Eiweiß, sondern auch an Kohlenhydrat; wird in der Nahrung kein Kohlenhydrat zugeführt, so erzeugt der Organismus diesen Stoff selbst, indem er hierzu einen Teil des ihm zur Verfügung stehenden Eiweißes zersetzt. Bei Abwesenheit von Kohlenhydrat in der Nahrung wird also mehr Eiweiß verbraucht. Fett kann im Körper nicht in Kohlenhydrat verwandelt werden, daher auch jene Mehrzersetzung von Körpereiweiß nicht aufheben.

Was die eiweißsparende Wirkung der Rohfaser im Vergleich zu derjenigen anderer stickstofffreier Stoffe betrifft, so liegen auch hierüber einige vergleichende Untersuchungen vor, unter denen besonders diejenigen Beachtung verdienen, welche von Fr. Lehmann[1]) mit Hammeln angestellt worden sind. Der Genannte hat einem aus Wiesenheu und Erbsen bestehenden Grundfutter einmal künstlich dargestellte Rohfaser, das andere Mal Stärkemehl zugelegt und dabei den Stickstoffansatz, sowie die Verdauung des Futters bestimmt. Infolge der Zulagen waren in ersterem Falle 102,9 g Rohfaser mehr und 14,2 g stickstofffreie Extraktstoffe weniger, in letzterem 2,3 g Rohfaser und 85,4 g stickstofffreie Extraktstoffe mehr verdaut worden, als vom Grundfutter. Der durch die Zulagen bewirkte Mehransatz an Stickstoff stellte sich dabei auf 0,613 g, bezw. 1,096 g, woraus sich berechnet, daß der Stickstoffumsatz durch 100 g Rohfaser um 0,770 g, durch 100 g stickstofffreie Extraktstoffe um 1,263 g herabgedrückt wurde. Die Sparwirkung der stickstofffreien Extraktstoffe verhielt sich daher zu derjenigen der Rohfaser wie 100:61. In einer andern Versuchsreihe verglich derselbe Forscher die Rohfaser des Haferstrohs mit dem Rohrzucker und fand, daß unter dem Einfluß des letzteren Kohlenhydrates auch hier mehr Eiweiß angesetzt wurde als bei einer Vermehrung der verdaulichen Rohfaser. Es stellt sich nämlich das Verhältnis der Sparwirkung zwischen Rohrzucker und Rohfaser wie 100:75,7. — P. Holdefleiß[2]), der ebenfalls mit Hammeln operierte und die stickstofffreien Extraktstoffe eines Mischfutters mit der Rohfaser verglich, fand jenes Verhältnis das eine Mal zu 100:80,1, das andere Mal 100:87,5.

Die Beziehungen, welche hier zwischen dem Eiweißersparnisvermögen der Rohfaser und der stickstofffreien Extraktstoffe zutage traten, sind nun vereinzelt zur Abschätzung des allgemeinen Nährwertes der Rohfaser benutzt worden, ein Verfahren, welches nicht gerechtfertigt erscheint. Die Einsparung von Eiweiß durch stickstofffreie Nährstoffe ist jedenfalls ein sekundärer Vorgang, durch welchen der Wert eines Futterbestandteils nur ganz ungenügend zum Ausdruck gebracht wird. Bei der Werteinschätzung eines Nahrungsbestandteiles kommt es in erster Linie immer darauf an, was aus dem betreffenden Stoffe selbst wird, insbesondere, ob er geeignet ist, in Fleisch und Fett überzugehen und nutzbare Kraft zu liefern. Ließe man jene Sparwirkung allein als Maßstab für den gesamten Nährwert gelten, so wäre man berechtigt, auch bezüglich des Fettes dasselbe Verfahren einzuhalten, und würde dann zu der ganz widersinnigen Auf-

---

[1]) Journal für Landwirtschaft 37. Jahrg. 1889, S. 267.

[2]) Berichte aus dem physiol. Lab. des Landw. Instituts der Univ. Halle 12. Heft, 1895, S. 52.

fassung kommen, dem Fett einen geringeren Nährwert beizulegen als den Kohlenhydraten. Die Sparwirkung ist eben nur eine Teilwirkung, sie verläuft weder mit den isodynamen Werten parallel, noch steht sie in einfacher Beziehung zu den gesamten Leistungen der einzelnen Nährstoffe; sie fällt auch wahrscheinlich bei ausgewachsenen Tieren wesentlich niedriger aus als bei noch wachsenden bezw. milchproduzierenden Tieren.

3. Die Größe des Eiweißansatzes hängt nicht bloß ab von der Eiweißmenge in der Nahrung, sondern auch von dem **Verhältnis zwischen dem Eiweiß und den stickstofffreien Nährstoffen.** — Soweit zunächst das Fett als Mischungsbestandteil einer eiweißhaltigen Nahrung hier in Betracht kommt, gibt die nachfolgende, den C. Voitschen Untersuchungen am Hunde entnommene Zusammenstellung Aufschluß:

Tägliche Nahrung		Fleischumsatz	Fleischansatz
Fleisch g	Fett g	g	g
450	250	344	106
500	250	444	56
750	250	660	90
1000	250	875	125
1250	250	1152	98
1500	250	1381	119

Bei einer Fleischmenge von 500—1000 g war also der Fleischansatz im allgemeinen ebenso groß, wie bei 1250—1500 g Fleisch in der Nahrung, und dieses Verhältnis änderte sich auch bei länger andauernder Fütterung nicht. Es betrug z. B. der Fleischansatz:

Zahl der Versuchstage	Tägliche Nahrung		Fleischansatz		Bestand Stickstoff-Gleichgewicht zu Ende des Versuchs?
	Fleisch g	Fett g	im ganzen g	pro Tag g	
32	500	250	1794	56	Noch nicht.
4	500	200	320	80	„ „
3	800	200	379	126	„ „
3	1000	250	375	125	Nahezu.
3	1250	250	294	98	„
4	1500	250	476	119	„
3	1500	350	159	53	„
10	1500	150	104	10	Gleichgewicht.
23	1500	30—150	889	38	Nahezu.
7	1800	250	854	122	Gleichgewicht.
3	2000	250	352	117	Nahezu.

Nach diesen Untersuchungen unterliegt es keinem Zweifel, daß der gesamte Fleischansatz bis zum Eintritte des Stickstoffgleichgewichtes bei reichlicher Eiweißzufuhr nicht größer, oft sogar niedriger ist, als bei geringen Gaben von Eiweiß. Wir sehen, daß bei einem täglichen Verzehr von 500 g Fleisch und 250 g Fett innerhalb 32 Tagen im ganzen 1794, bei derselben Gabe von Fett neben 1800 g

Fleisch dagegen nur 854 g Fleisch angesetzt worden sind, und daß ferner im ersteren Falle der Ansatz noch fortbestand, als der Versuch abgebrochen wurde, während im letzteren Falle das Gleichgewicht schon nach 7tägiger Fütterung erreicht war. — Auch durch Zugabe von Kohlenhydraten zu einer gegebenen Ration läßt sich ein sehr lange andauernder, erhöhter Eiweißansatz erzielen, wie aus zahlreichen Beobachtungen zu folgern ist. In einer Reihe von Fütterungsversuchen z. B., welche G. Kühn[1]) mit Schnittochsen ausgeführt hat, und in welcher einem Grundfutter von 9 kg Wiesenheu 2 bezw. 3,5 kg Stärkemehl zugelegt worden waren, betrug die Einnahme an verdaulichen Nährstoffen und der tägliche Ansatz:

	Dauer des Versuchs Tage	Verdaute Nährstoffe Rohprotein g	Fett g	Nfr Nährstoffe g	Ansatz Eiweiß g	Fett g
Ochse V.						
Wiesenheu	14	451	40	3887	53	124
Desgl. + 2 kg Stärke	21	412	42	5229	88	396
„ + 2 „ „	52	385	42	5296	25	407
„ + 3,5 „ „	22	308	39	6330	68	703
Ochse VI.						
Wiesenheu	14	458	47	4062	39	153
„ + 2 kg Stärke	24	378	40	5384	71	304
„ + 2 „ „	28	401	35	5528	77	381
„ + 3,5 „ „	13	380	43	6493	103	507

Die Steigerung des Eiweißansatzes, welche durch die Kohlenhydratzulage bewirkt wurde, war jedenfalls nicht geringer als in einer anderen Versuchsreihe,[2]) in welcher der Proteingehalt der Ration durch Zulagen von Klebermehl beträchtlich erhöht wurde. Hier war zu einem aus 4,5 kg Wiesenheu und 4,5 kg Haferstroh bestehenden Grundfutter zuerst Stärkemehl, und darauf noch Kleber zugegeben worden, und folgendes Ergebnis zu verzeichnen:

	Dauer des Versuchs Tage	Verdaute Nährstoffe Rohprotein g	Fett g	Nfr Nährstoffe g	Ansatz Eiweiß g	Fett g
Ochse III.						
Grundfutter	14	338	64	2902	−16	+ 65
Desgl. + 2 kg Stärke . .	55	280	60	5211	+61	+281
Grundfutter + 2 kg Stärke + 0,68 kg Kleber . . .	20	768	69	5342	+89	+375
Desgl. + 1,36 kg Kleber .	29	1265	84	5443	+51	+526
Ochse IV.						
Grundfutter	44	330	65	3815	−19	+ 97
Desgl. + 2 kg Stärke . .	20	284	60	5044	+42	+160
Desgl. + 2 kg Stärke + 0,68 kg Kleber . . .	27	781	74	5370	+56	+388

[1]) Landw. Versuchsstationen 44. Bd., 1894, S. 548 u. 552.

[2]) Ebenda.

Ebenso wie das Fett sind also auch die Kohlenhydrate befähigt, einen langandauernden Eiweißansatz zu bewirken. Es ist dabei nicht die absolute Größe der verdauten Eiweißmenge, sondern mehr das Verhältnis der stickstofffreien Nährstoffe zum Nahrungseiweiß, von welchem die Größe des Fleischansatzes abhängt. Der Stoffwechsel des gesamten Organismus wird eben von seinem Energiebedürfnis bestimmt, welches innerhalb weiter Grenzen von dem größeren oder geringeren Gehalte des Säftestromes an den einzelnen in Zirkulation befindlichen Nährstoffen gedeckt werden kann. Die stärkste Affinität hat hierbei die Zelle zu dem zirkulierenden Eiweiß, welches bei überschüssigem Angebot in erster Reihe verbraucht wird. Bieten jedoch die biologischen Verhältnisse des Tieres noch Raum für eine Vermehrung des Organeiweißes, so treten an die Stelle eines Teiles des sonst dem Zerfall geweihten zirkulierenden Eiweißes die stickstofffreien Nährstoffe, von deren Menge es dann abhängt, wieviel an Eiweiß gespart und angesetzt werden kann. Unter den stickstofffreien Nährstoffen sind es wieder die Kohlenhydrate, die infolge ihrer größeren Reaktionsfähigkeit leichter zerfallen und daher besser geeignet sind, die Sparwirkung zu vollziehen, als das Fett, das im allgemeinen sich am besten als Reservematerial für Zeiten des Nahrungsmangels eignet und daher am leichtesten, sogar ohne chemische Umwandlung, in den Geweben aufgespeichert werden kann.

4. Das Minimum an Nahrungseiweiß. — Je mehr stickstofffreies Material den Säften zugeführt wird, um so mehr ist dem Organismus die Möglichkeit gegeben, den Eiweißumsatz einzuschränken. Stickstoffgleichgewicht kann also bei reichlicher Ernährung mit Fett und Kohlenhydraten bei einer sehr viel geringeren Eiweißzufuhr erreicht werden, als wenn die Nahrung arm an stickstofffreien Nährstoffen ist. So haben die bereits S. 118 und 139 erwähnten Untersuchungen C. Voits gezeigt, daß ein 35 kg schwerer Hund, der bei reiner Fleischnahrung 1200—1500 g davon benötigte, um ins Gleichgewicht zu kommen, bei gleichzeitiger Fettzufuhr (250 g) schon mit 500 g, das ist mit der Hälfte oder dem Drittel der obigen Menge völlig ausreichte. Bei reiner Fleischnahrung war hier mehr als das 6fache dessen nötig, was der Hund bei Hunger zersetzte. E. Voit und A. Korkunoff[1]) beobachteten Stickstoffgleichgewicht an derselben Tierart bereits, wenn bei gleichzeitiger, den Energiebedarf um 116—137% überschreitender Fettnahrung nur 160—200% derjenigen Fleischmenge gegeben wurde, welche sonst bei Hunger verbraucht wurde; und eine noch weitere Verminderung des Eiweißverbrauchs stellten sie fest, als sie zu einer reichlichen Kohlenhydratnahrung, die den Energiebedarf ausreichend deckte, steigende Mengen Eiweiß zulegten; hier fanden sie, daß der Minimalbedarf an Eiweiß sehr nahe der Menge lag, welche bei völliger Nahrungsentziehung zersetzt wurde. Einzelnen Forschern[2])

---

[1]) Zeitschrift für Biologie 32. Bd., 1895, S. 58.

[2]) J. Munk, Archiv für path. Anatomie und Physiologie 101. Bd., S. 91, 131. Bd., Suppl., 132. Bd., S. 91; E. Salkowski, Zeitschrift für physiol. Chemie 1. Bd. 1877/78, S. 44; Hirschfeld, Archiv f. path. Anatomie und Physiologie 114. Bd., S 301; Kumagawa, ebenda S. 370; Sivén Skand. Archiv für Physiologie 10. Bd., S. 91.

gelang es, dieses Minimum sogar noch unter den Hungerbedarf herabzudrücken und dabei noch Eiweißgleichgewicht herzustellen.

Beim Pflanzenfresser, der ja relativ sehr große Mengen Kohlenhydrate verzehrt, lassen sich wegen der selten vollständigen Entleerung des Verdauungsschlauches Beobachtungen bei vollständiger Nahrungsentziehung nur schwer ausführen. Es liegen hier aber Untersuchungen über den Erhaltungsbedarf vor, welche zeigen, daß diese Tiere, gleiches Lebendgewicht vorausgesetzt, mit noch erheblich geringeren Mengen Eiweiß auskommen, wie der Fleischfresser oder der Mensch. Mit Bezug hierauf seien einige Versuche des Verfassers[1]), sowie H. P. Armsbys[2]) angeführt, in welchen Schnittochsen, nur mit Rauhfutterstoffen ernährt, an Rohprotein folgende Mengen verdauten und dabei an Stickstoff ansetzten (+) bezw. vom Körper abgaben (—) (auf 1000 kg Gewicht bezogen):

	Gewicht der Tiere[3]) kg	Verdaut an Rohprotein g	Gewinn (+) oder Verlust (—) an Stickstoff g
Versuche des Verfassers.			
A	620	880	+12,4
B	612	426	—29,2
I	748	686	—27,6
II	750	1382	— 5,6
III	858	1330	+10,2
Armsbys Versuche.		Verdaut an Eiweiß g	
I. Reihe			
1.	420	258	— 5,02
2.	450	226	— 0,78
3.	400	266	— 2,16
II. Reihe			
1.	420	384	+ 3,52
2.	450	404	+ 8,46
3.	400	418	+ 9,24
VI. Reihe			
1.	450	594	+ 9,34
2.	490	554	+12,94
3.	430	628	+ 5,30
VII. Reihe			
1.	450	312	+11,36
2.	490	262	+ 7,96
4.	430	304	+ 8,30
VIII. Reihe			
1.	543	516	+ 0,52
2.	629	484	— 0,40
3.	516	550	— 4,62

[1]) Landw. Versuchsstationen 47. Bd., 1896, S. 275, und 50. Bd., 1898, S. 245.

[2]) Maintenance Ration of Cattle, Bull. 42, Pennsylvania State College 1898, S. 165.

[3]) A und B waren magere, I, II und III gemästete Tiere.

Nach Untersuchungen des dänischen Versuchslaboratoriums zu Kopenhagen gelang es bei zwei trockenstehenden Kühen Eiweißgleichgewicht zu erzielen, wenn den Tieren auf 1000 kg Lebendgewicht 0,2 bezw. 0,25 kg verdauliches Rohprotein (ganz vorwiegend Eiweiß) zugeführt wurde;[1]) und T. Katayama[2]), der mit volljährigen Hammeln arbeitete, erreichte das Gleichgewicht mit einem Futter, das pro Tag und 1000 kg Lebendgewicht 0,41 kg verdauliche, ebenfalls fast ganz aus Eiweiß bestehende Stickstoffsubstanz enthielt, einer Menge, in der freilich der Bedarf für das Wollwachstum nicht eingeschlossen ist.

Hiernach läßt sich Gleichgewicht zwischen Eiweißzufuhr und Eiweißzerfall bei den Wiederkäuern schon erreichen, wenn in der Nahrung magerer Tiere 0,4 bis 0,6 kg verdauliches Rohprotein vorhanden ist; bei fetten Tieren scheint das Minimum etwas höher zu liegen. Jedenfalls aber stellte sich das Stickstoffminimum beim Wiederkäuer erheblich niedriger, nämlich pro Kilogramm Körpergewicht auf 0,06—0,1 g, als beim Fleischfresser, der 0,15—0,3 g benötigt, oder beim Menschen, dessen Minimalbedarf bei 0,1—0,2 g liegt.

Mit derartig geringen Eiweißmengen gelingt es in der Tat, den Pflanzenfresser dauernd in gutem Gesundheitszustande zu erhalten, sofern derselbe eben nur in schwachem Ernährungszustande verharren soll und keine Arbeit zu leisten hat. Armsby beobachtete z. B., daß trotz der so niedrigen Gabe von nur 0,4 kg verdaulichen Rohprotein auf 1000 kg Lebendgewicht Schnittochsen 70 Tage lang ohne jede Störung ihres Gesundheitszustandes erhalten werden konnten, und die praktische Erfahrung bei der Winterfütterung der Arbeitsochsen, bei ausschließlicher Verabreichung von Stroh neben etwas Heu weist ebenfalls darauf hin, daß der Organbestand dieser Tiere bei der sehr geringen Eiweißzufuhr keinerlei Einbuße erleidet. Anders freilich als bei den schwachen, lediglich der Erhaltung der Tiere auf geringem Körperzustande dienenden Futtermengen dürften die Verhältnisse überall da liegen, wo man zwecks Produktion tierischer Erzeugnisse reichlichere Nahrung in Anwendung bringt und dadurch an die Drüsen stärkere Anforderungen stellt. Hier können infolge andauernden Mangels an Zirkulationseiweiß Störungen hervorgerufen werden, die sich in einer mangelhaften Verwertung der Nährstoffe zu erkennen geben. Einige Tatsachen aus den Untersuchungen G. Kühns[3]) mit Rationen, die nur aus Wiesenheu und Stärkemehl bestanden, scheinen wenigstens hierauf hinzudeuten. Es stellte sich hier, wo auf 1000 kg lebendes Anfangsgewicht nur 0,6 bezw. 0,7 kg Rohprotein in der Tagesration vorhanden waren, bei 2 Tieren nach 7- bezw. 5½ monatlicher Fütterung eine auffällige Vermehrung des Kohlenstoffs im Harn ein, die auf ein geschwächtes Vermögen, die verdauten Nährstoffe zu verarbeiten, schließen läßt. Auch J. Munk[4]) und Th. Rosenheim[5]) berichten, daß an Hunden, denen bei

---

[1]) 63de Beretning fra den Kgl. Vet.-og Landbohojskoles Lab. for landök. Forsög 1907, S. 28 und 30.

[2]) Landw. Versuchsstationen 69. Bd., 1908, S. 321.

[3]) Ebenda 44. Bd., 1894, S. 475.

[4]) Malys Jahresberichte der Tierchemie 21. Bd., 1891, S. 365.

[5]) Archiv f. d. ges. Physiol. 54. Bd., 1893, S. 61.

sonst reichlicher Nahrung nur das zum Stickstoffgleichgewicht erforderliche Eiweißminimum zugeführt wurde, schwere Störungen zu beobachten waren. In der landwirtschaftlichen Praxis wird sich aber in normalen Zeiten nur selten der Fall ereignen, daß man Tiere viele Monate lang nur im Beharrungszustande zu erhalten hat und mit einer knappen Eiweißration versieht; für kürzere Perioden kann dies unbedenklich geschehen. Füttert man Tiere, um Körperzuwachs, Fett, Milch, Muskelkraft zu erzeugen, so wird man sich niemals auf das knappe Maß des zur bloßen Erhaltung nötigen Eiweißminimums beschränken, sondern, wie im einzelnen später darzulegen sein wird, eine den Produktionsbedingungen entsprechende Menge dieses wichtigen Nährstoffs zu verabreichen haben.

5. Die Bildung von Körperfett aus Nahrungsfett. — Daß Nahrungsfett im Körper abgelagert werden kann, ist durch eine ganze Reihe von Untersuchungen bewiesen worden. Fr. Hofmann[1]), welcher über diese Frage arbeitete, benützte hierzu einen Hund, der in einer vorausgegangenen Hungerperiode sein Gewicht von 26,5 auf 16,0 kg erniedrigt und hierbei sicherlich den größten Teil seines Futtervorrats verbraucht hatte. In diesem abgemagerten Zustande erhielt das Tier 5 Tage hindurch, neben wenig frischem Fleisch, große Mengen Speck und verzehrte darin täglich 370,8 g Fett und 49 g Fleischtrockensubstanz, aus welch letzterer nach dem höchsten Satz[2]) nicht mehr als 26,1 g Fett entstehen konnten. Bei dieser Nahrung stieg das Lebendgewicht des Tieres von 16 auf 20,2 kg. In dem Körper des nach Ablauf des Versuchs getöteten Hundes fanden sich im ganzen 1352,7 g Fett. Zieht man von dieser Menge denjenigen Betrag (150 g) ab, welcher vor Beginn der Fütterung höchstenfalls im Körper des abgemagerten Tieres vorhanden gewesen sein konnte, so bleiben noch 1202,7 g Fett übrig, die während des Versuchs angesetzt worden sind. Der tägliche Ansatz betrug somit 240,5 g, wovon auf das verfütterte Fleisch 26,1 g entfällt. Von den 370,8 g Fett des Speckes sind somit mindestens 214,4 g im Körper abgelagert worden. — Auch aus Respirationsversuchen von C. Voit und M. Pettenkofer[3]) läßt sich mit Sicherheit schließen, daß Nahrungsfett in großen Mengen angesetzt werden kann; in einem Versuch mit ausschließlicher Verabreichung von 350 g Fett hielt ein Hund z. B. 186 g = 53% davon im Körper zurück. Ähnliche Werte lassen sich ferner aus den S. 136 angeführten Ergebnissen Rubners ableiten.

Die Fähigkeit des Tierkörpers, Nahrungsfett in den Geweben aufzuspeichern, beschränkt sich nicht auf die animalischen Fette (Olein, Palmitin und Stearin), sondern es können unter besonderen Verhältnissen sogar solche Fettarten angesetzt werden, die im Körper der betreffenden Tiergattung sonst überhaupt nicht aufgefunden werden. A. Lebedeff[4]), der zuerst Untersuchungen hierüber ausführte, bediente sich dabei zweier Hunde, die vorher infolge längerer Nahrungsentziehung ca. 40% ihres Gewichtes und damit selbstverständlich auch fast ihren gesamten

---

[1]) Zeitschrift für Biologie 8. Bd., 1872, S. 153.

[2]) Hennebergs Faktor, S. 124.

[3]) Zeitschrift für Biolgie 5. Bd., 1869, S. 370.

[4]) Malys Jahresbericht der Tierchemie 12. Bd., 1882, S. 425.

Fettvorrat eingebüßt hatten. Es wurden dem einen dieser Tiere neben wenigem, fast fettfreiem Fleische Leinöl, dem anderen Hammeltalg gereicht. Als das Körpergewicht nach ca. 3 Wochen seine frühere Höhe wieder erreicht hatte, wurden beide Hunde getötet und das in ihnen abgelagerte Fett untersucht. Aus dem mit Leinöl gefütterten Hunde konnten große Mengen (mehr als 1 kg) flüssiges, bei 0^0 nicht erstarrendes Fett erhalten werden, das in seinem chemischen Verhalten sehr nahe mit Leinöl übereinstimmte, während das Fett des zweiten Hundes mit Hammeltalg fast identisch war und einen Schmelzpunkt von über 50^0 C. besaß. — Nach ganz demselben Plane, der diesen Untersuchungen zugrunde lag, verfuhr auch J. Munk[1]), indem er einem nach längerem Hungern an Fett verarmten Hunde mehrere Wochen hindurch Rüböl neben magerem Fleisch verabreichte. Auch hier besaß das abgelagerte Fett Eigenschaften, welche normales Hundefett nicht aufweist; es enthielt nämlich ansehnliche Mengen Erucasäure, einen Bestandteil des Rüböls, der im Hundefett sonst nicht vorkommt; außerdem fanden sich darin viel mehr Ölsäure und weniger feste Fettsäuren vor als in gewöhnlichem Hundefett, was alles auf einen Übergang des Rüböls in das Körperfett zu schließen zwingt. In einem zweiten Versuch mit Fettsäuren, die aus Hammeltalg hergestellt waren, bestand das Körperfett zum großen Teil aus Neutralfetten (Tryglyceriden), aus welchen $2^1/_2$ mal soviel feste Fettsäuren (Stearin- und Palmitinsäure) dargestellt werden konnten wie aus normalem Hundefett. Es mußten also die freien Fettsäuren des verzehrten Futters in Neutralfett umgewandelt und zum Ansatz gelangt sein. — Daß auch Butterfett bei Hunden im Fettgewebe aufgespeichert werden kann, wies ferner W. Leube[2]) nach, indem er, nach Einspritzung geschmolzener Butter in die oberen Beinpartien, unter der Bauchdecke reichliche Fettmengen fand, deren Reichert-Meißlsche Zahl (20,5 und 15,3) sich derjenigen der Butter näherte, wogegen das der gleichen Körperstelle entnommene gewöhnliche Hundefett die Zahl 0,7 ergab.

Auch bei anderen Tierarten geht ein Teil des Nahrungsfettes in das Fettgewebe des Tierleibes über. So beobachtete Fr. Lehmann[3]) an Schweinen, daß nach der Verfütterung des fettreichen Reisfuttermehls und Maises das Nieren- und Speckfett Veränderungen erlitt, die den Eigenschaften der verfütterten Fette parallel liefen. V. Henriques und C. Hansen[4]), die ebenfalls mit Schweinen (Ferkeln im Alter von 3 Monaten) experimentierten, verfütterten außer Gerstenschrot zunächst 10 Wochen hindurch an das eine Tier Leinöl, darauf Kokosfett, während sie dem anderen Tiere dieselben Fettzulagen in umgekehrter Reihenfolge zuführten. Vor Beginn des Versuchs wurde beiden Ferkeln aus der Speckschicht des Rückens an gleicher Stelle ein Stückchen herausgeschnitten, dessen Untersuchung die gleiche Anfangsbeschaffenheit das Fettes beider Tiere dartat. Von 4 weiteren Proben, die im Verlaufe der Versuche in derselben Weise ent-

---

[1]) Virchows Archiv für path. Anatomie 95. Bd., S. 207.

[2]) Malys Jahresbericht der Tierchemie 25. Jahrg., 1895, S. 45.

[3]) Mitteilungen der deutschen Landw.-Gesellschaft 1897, Nr. 15, S. 200.

[4]) Biedermanns Centralblatt für Agrikulturchemie 29. Jahrg., 1900, S. 529.

nommen wurden, zeigte das Fett des mit Leinöl gefütterten Tieres den Geruch des verabreichten Öles, war ungewöhnlich weich und enthielt Sativinsäure, ein Oxydationsprodukt der Leinölsäure; dagegen war bei dem mit Kokosfett gefütterten Ferkel das Körperfett wesentlich fester und unterschied sich auch chemisch von dem Fette des mit Leinöl gefütterten Tieres. Nach der Umkehr der Ölfütterung im zweiten Abschnitte des Versuchs änderte sich die Beschaffenheit des Körperfettes in entsprechender Weise. Fr. Soxhlet[1]) ernährte drei 8 Wochen alte Ferkel desselben Wurfes mit einer Flüssigkeit, die Weizenkleber und Fett enthielt. Dem einen Tiere wurde in dieser Form Leinöl, dem anderen hartes Talgstearin und dem dritten Kokosfett verabreicht. Nach 9 bezw. 13 Wochen, in welcher Zeit 5 kg Leinöl bezw. 7 kg Talgstearin und Kokosfett verzehrt worden waren und die Tiere um 9,5, 8 bezw. 10 kg an Gewicht zugenommen hatten, wurde das im Körper abgelagerte Fett durch Ausschmelzen gewonnen und auf seine Eigenschaften untersucht. Am stärksten von gewöhnlichem Schweinefett unterschied sich das aus dem Leinölschwein erhaltene Fett, das fast so braun wie Leinöl und halbflüssig war, einen um 10° C. niedrigeren Schmelzpunkt besaß und die doppelte Jodzahl aufwies; bei längerem Stehen bildete sich auf ihm eine Haut, wie auf Leinölfirnis. Dagegen hatte die Talgstearinfütterung den Schmelzpunkt um 7° C. erhöht und dem Schweinefett die Härte des Rindstalgs verliehen; das Schmalz des mit Kokosfett gefütterten Tieres wies bei unverändertem Schmelzpunkt gegenüber gewöhnlichem Schweinefett nur eine etwas geringere Streichbarkeit auf. — Bei Schafen stellte F. Albert[2]) ebenfalls einen wesentlichen Einfluß der Fettarten in den Kraftfuttermitteln auf die Eigenschaften des angesetzten Fettes fest; er verfütterte als Zulagen zu einem und demselben Grundfutter verschiedene Mischungen von Ölkuchen, Körnern und Kleie und beobachtete folgende Abweichungen in der äußeren Beschaffenheit des Körperfettes:

Futterzulagen	Rückentalg	Nierentalg
Sonnenblumenkuchen und Mais	Leicht streichbar	Weich, fast streichbar
Rapskuchen, Weizenkleie	Schwer „	Mittelweich
Erbsen, Weizenkleie	„ „	Mittelhart
Erdnußkuchen, Gerstenschrot	Krümelig, nicht streichbar	Hart und krümelig.

Von Interesse für die vorliegende Frage sind endlich noch einige Untersuchungen, in denen das Futterfett durch Einführung von Jod in seine Konstitution so gekennzeichnet worden war, daß sich demselben im Körper besser nachspüren ließ. H. Winternitz[3]) und W. Caspari[4]) wiesen bei dieser Versuchsanordnung nach, daß Jodfett sowohl im Fettgewebe und in den Knochen abgelagert wird, als auch in das Milchfett übergeht.

---

[1]) Wochenblatt des landw. Vereins in Bayern 1905; vgl. auch K. Farnsteiner, Zeitschr. f. Unters. d. Nahrungs- u. Genußmittel 11. Bd., 1906, S. 1.

[2]) Landw. Jahrbücher 28. Bd., 1899, S. 975.

[3]) Zeitschrift für physiol. Chemie 24. Bd., 1898, S. 425.

[4]) Archiv für Anatomie und Physiologie 1899, Supplement, S. 267.

Nach allen diesen Beobachtungen unterliegt es keinem Zweifel, daß das Nahrungsfett ohne wesentliche chemische Veränderungen im Körper angesetzt werden kann. Wenn trotzdem das Körperfett einer jeden Tierart besondere charakteristische Eigenschaften besitzt, so liegt dies jedenfalls daran, daß unter gewöhnlichen Ernährungsbedingungen die Hauptmengen des tierischen Fettes ein Produkt der Stoffumsetzungen in den Zellen ist und nur zum geringeren Teil vom Nahrungsfett abstammt. Unter gewöhnlichen Bedingungen erzeugt eben das Rind Rindsfett, das Schwein Schweinefett, und selbst bei ganz gleicher Zusammensetzung eines gewöhnlichen Mastfutters würden Gänse und Schweine das ihrer Art entsprechende charakteristische Fett produzieren. Die Hauptquelle des tierischen Fettes bilden eben die Kohlenhydrate und Proteinstoffe, aus denen je nach der Tierart verschieden beschaffene Fette entstehen; diesen gegenüber tritt das Fett des Futters seiner Menge nach in der Regel soweit zurück, daß es nur einen geringeren Einfluß auf die Zusammensetzung des Körperfettes haben kann. Nur wenn in fettreichen Futtermitteln (Ölkuchen, Mais, Hirse- und Reisfuttermehl usw.) ein großes Quantum Fett in die Ration eingeführt wird, dann werden sich die charakteristischen Merkmale des Futterfettes im Körper- und Milchfett teilweise wiedererkennen lassen.

Was nun das quantitative Verhältnis betrifft, in welchem Nahrungsfett zum Ansatz gelangen kann, so liegen für Fleischfresser besondere, auf die Beantwortung dieser Frage direkt gerichtete Untersuchungen nicht vor. Aus den schon erwähnten Arbeiten C. Voits, M. Pettenkofers und M. Rubners läßt sich nur soviel entnehmen, daß kaum jemals die ganze Menge des über den Bedarf hinaus gereichten verdauten Fettes angesetzt werden kann. Immer ergibt die Rechnung Verluste, die 8—34 % betragen und die wohl zum Teil dem Verdauungs- und Assimilationsaufwande zur Last zu legen sind. Wir erinnern uns hierbei der Steigerung der Wärmebildung, welche nach Fettfütterung bei hungernden Hunden auftritt und nach den Beobachtungen Rubners (S. 108) beim Fleischfesser 12,7 % des gesamten Energievorrats ausmacht; es würde sich demzufolge der Höchstbetrag des Ansatzes auf 87,3 % der verdauten Menge stellen. Beim Pflanzenfresser, bei welchem, wie mehrfach betont, die Mikroorganismen im Futterbrei eine viel stärkere Tätigkeit entfalten als beim Fleischfresser, muß notwendigerweise ein noch größerer Betrag der Verwertung zum Ansatz entzogen werden. In der Tat haben Versuche des Verfassers,[1]) in welchem Erdnußöl in Form von Emulsion an Ochsen als Zulage zu einem reichlichen Grundfutter verabreicht worden war, gezeigt, daß hier von der Energie des verdauten Öles 35,6 % in Verlust gerieten und nur 64,4 % zum Ansatz gelangten. Von je 100 g verdautem Öle = 882,1 Cal fanden sich nur 568,5 Cal = 64,4 % in dem neugebildeten Körperfett, welches 59,8 g betrug. In Ermangelung anderweitiger Untersuchungen wird man bei Wiederkäuern diesen Werten vorläufig bei allen solchen Futtermitteln Geltung zugestehen müssen, deren verdauliches Fett annähernd die gleiche Verbrennungswärme aufweist, wie das hier untersuchte

[1]) Landw. Versuchsstationen 53. Bd., 1900, S. 456.

Erdnußöl, eine Voraussetzung, die für solche Futterstoffe zutreffend erscheint, die mehr als 5% Rohfett enthalten. Für die Fette der Rauhfutterstoffe, deren verdaulicher Teil einen erheblich niedrigeren Wärmewert (1 g = 8322 cal) besitzt, wird man dementsprechend eine geringere Produktion von nur 47,4 g Körperfett auf 100 g verdaute Substanz anzunehmen haben, während den Fetten der Körnerarten (Getreide- und Leguminosensamen und deren Abfällen) eine mittlere Leistung von 52,6 g Körperfett auf 100 g verdaute Substanz beizulegen sein wird. Letzteres Verhältnis dürfte auch für das gesamte verdauliche Fett der gebräuchlichen Futtermischungen zutreffen. Höher stellt sich jedoch die Verwertung des Fettes durch Schweine, wie Versuche[1]) gezeigt haben, die in neuerer Zeit an der Versuchsstation Möckern zur Ausführung kamen. Von je 100 g verdautem Erdnußöle = 905,0 Cal fanden sich 835,7 Cal = 92,3% in dem neugebildeten Fleisch und Fett wieder, so daß von der Energie des verdauten Öles nur 7,7% in Verlust geraten waren. Die Verwertung des verdauten Fettes durch das omnivore Schwein nähert sich mithin derjenigen, die bei Hunden gefunden wurde.

6. Die Bildung von Körperfett aus Kohlenhydraten. — Während man auf Grund praktischer Erfahrungen, namentlich bei der Mästung der Schweine schon seit langem den Kohlenhydraten eine wesentliche Rolle bei der Fettbildung zuzuschreiben gezwungen war, wollte Jahrzehnte hindurch der Nachweis einer direkten Beteiligung dieser Stoffgruppe an der Erzeugung von Körperfett nicht gelingen. Da man der Meinung war, daß neben dem Nahrungsfett in erster Linie das zerfallene Eiweiß als Fettbildner in Betracht zu ziehen sei, so hatte man sich immer die Frage vorzulegen, ob in dem Falle einer tatsächlich beobachteten Ablagerung von Fett im Körper nicht schon das direkt aus der Nahrung stammende, zusammen mit dem aus zerfallendem Eiweiß erzeugbare Fett den beobachteten Ansatz zu decken vermochte. Hierbei mußte man, um sicher zu gehen, annehmen, daß einerseits die gesamte Menge des verdauten Futterfettes, andrerseits der Maximalbetrag, den das Eiweiß nach Hennebergs Berechnungen (S. 124) an Fett (51,4%) zu liefern imstande sein sollte, zum Ansatz gelangt sein könnte. Erst wenn bei einer kohlenhydrathaltigen Nahrung mehr Fett erzeugt worden wäre, als aus den eben erwähnten Quellen dem Körper zufließen könnte, hätte man die Beteiligung der Kohlenhydrate an der Fettbildung als erwiesen betrachten dürfen.

In den Untersuchungen nun, die zuerst C. Voit und Pettenkofer[2]) am Hunde in der in Rede stehenden Richtung ausgeführt hatten, war dieser Beweis nicht gelungen. Auch Beobachtungen Voits[3]) an einer Milchkuh lieferten keine sicheren Anhaltspunkte. Daher waren diese Forscher und mit ihnen die überwiegende Mehrzahl der Physiologen lange Zeit der Meinung, eine direkte Umwandlung von Kohlenhydrat in Körperfett sei, wenn auch nicht unmöglich, so doch sehr unwahrscheinlich; die genannte Stoffgruppe schütze lediglich das Nahrungsfett und die

---

[1]) Landw. Versuchsstationen 84. Bd., S. 149.

[2]) Zeitschrift für Biologie 9. Bd., 1873, S. 435.

[3]) Ebenda 5. Bd., 1869, S. 79.

stickstofffreien Spaltungsprodukte des Eiweißes vor der Oxydation und befördere durch diese Sparwirkung den Fettansatz. — Auf der anderen Seite glaubten J. B. Lawes und J. H. Gilbert[1]) in Mästungsversuchen mit Schweinen den Beweis für den direkten Übergang von Kohlenhydraten in Körperfett erbracht zu haben. Durch die Untersuchung eines mageren und eines gemästeten Tieres, das vor der Mästung dieselbe Beschaffenheit wie das magere Tier besaß, hatten diese Forscher die Zusammensetzung desjenigen Teiles des Körpergewichtes bestimmt, um welchen das Tier bei der Mästung zugenommen hatte. Diese Lebendgewichtszunahme bestand aus 28,6% Wasser, 0,5% Asche, 7,8% Eiweiß und 63,1% Fett. Mit genau bestimmten Mengen verschiedener Futtermittel mästeten sie nun später eine Anzahl Schweine und berechneten aus den früher ermittelten Zahlen und aus der Lebendgewichtszunahme während der Mast, welche Mengen Protein und Fett bei dieser Fütterung im Körper abgelagert worden waren. Selbst unter der Annahme, daß das gesamte Futterfett verdaut und angesetzt wird, daß ferner das verzehrte Rohprotein ohne Verlust verdaut, und der nicht zur Fleischbildung benutzte Teil nach Abzug der ihm entsprechenden Menge Harnstoff als Fett[2]) zum Ansatz kommt, ergab sich, daß die Fettbildung in einer ganzen Reihe von Versuchen beträchtlich größer war, als die Menge, welche das Fett und das Rohprotein der Nahrung zu liefern vermocht hätten. Am größten war diese Differenz bei zwei Versuchen, in welchen Maismehl bezw. Gerstenmehl als alleiniges Futter an je 3 Tiere verabreicht worden war. Hierbei betrug das durchschnittliche Lebendgewicht in engl. Pfund:

	Maismehl	Gerstenmehl
Ende des Versuchs	217	246
Anfang des Versuchs	144	149
Zunahme	73	97
Auf 100 Teile Lebendgewichtszunahme berechnen sich:		
Stickstoffhaltige Stoffe im Futter	57	64
„ „ „ Ansatz	5,3	6,5
Desgl. für die Fettbildung verfügbar	51,7	57,5
„ entsprechend Fett (62%)	32,1	35,6
Fett im Ansatz	79	71,2
„ „ Futter	26,3	12,4
„ neugebildet	52,7	58,8
„ aus Rohprotein (s. oben)	32,1	35,6
Differenz (aus Kohlenhydrat)	20,6	23,2

Trotzdem nach den Voraussetzungen, unter denen diese Rechnung angestellt ist, dem Rohprotein und dem Fett des Futters eine ganz übertrieben hohe Ver-

[1]) Report of the Brit. Ass. for the Advancement of Science 1866; Philos. Magaz. 1866; zusammengefaßt in Agr. Investigations at Rothamsted, England. U. S. Dep. of Agr. Bull. No. 21, S. 255.

[2]) 100 Teile Rohprotein = 62 Teile Fett.

wertung zur Fettbildung zugebilligt worden ist, blieben dennoch sehr beträchtliche Mengen neugebildetes Körperfett übrig, welche weder aus den stickstoffhaltigen Nahrungsbestandteilen, noch aus dem Futterfett entstanden sein konnten. Als Quelle für dieses Fett (20,6 bezw. 23,2% der Lebendgewichtszunahme) können somit nur die Kohlenhydrate des Futters in Anspruch genommen werden.

Wenn nun auch diese, sowie eine Anzahl anderer Untersuchungen von Lawes und Gilbert sehr zugunsten einer Fettbildung aus Kohlenhydraten sprechen, so hat man doch damit gezögert, sie als vollkommen beweiskräftig anzusehen, wohl vornehmlich deshalb, weil eine der hauptsächlichsten Grundlagen der Beweisführung, die Zusammensetzung der Lebendgewichtszunahme, an anders ernährten Tieren erlangt worden war. Um diesen Einwurf zu begegnen, benutzte Fr. Soxhlet[1]) welcher 1880/81 ähnliche Untersuchungen ausführte, 3 Schweine, die im Alter von 5—6 Monaten standen, sehr gleich entwickelt waren und zunächst bis zum Beginn der Mästung 321 Tage lang ganz gleichmäßig ernährt wurden. Von den 3 nunmehr ausgewachsenen Tieren, die 99,36, 99,60 bezw. 99,60 kg wogen und während der langen vorbereitenden Fütterungsperiode eine sehr gleichmäßige Zunahme (40,36, 39,35 bezw. 37,95 kg) erfahren hatten, wurde das eine von 99,36 kg Gewicht vor Beginn der Mästung getötet und analysiert. Die beiden anderen erhielten 75 bezw. 82 Tage hindurch gedämpften Reis, von welchem sie in der Versuchszeit insgesamt 120,5 bezw. 137,3 kg Trockensubstanz mit 9,93 bezw. 11,31 kg Eiweiß und 0,30 bezw. 0,34 kg Fett verzehrten. Im Kot wurde in dieser Zeit im ganzen 2,425 bezw. 2,797 kg Trockensubstanz mit 144,7 bezw. 213,3 g Stickstoff ausgeschieden. Die Lebendgewichtszunahme betrug bei der sehr eiweißarmen Fütterung 39,07 bezw. 38,76 kg. — Am Schluß des Versuchs wurden die beiden Tiere geschlachtet und ihr Gehalt an Fett, fettfreier Trockensubstanz, Asche und Stickstoff bestimmt. Aus den so erlangten Zahlen und mit Hilfe der vorher an dem nicht gemästeten Tiere ermittelten Werte ließ sich nun folgendes berechnen:

	Tier Nr. I kg	Tier Nr. II kg
Fett angesetzt	10,082	32,180
„ in der Nahrung aufgenommen	0,300	0,340
„ neugebildet	9,782	21,840
Stickstoff verdaut	1,441	1,597
„ am Körper angesetzt	0,887	0,450
„ im zersetzten Protein	0,554	1,147
Desgl. entsprechend Eiweiß	3,462	7,169
Zersetztes Eiweiß kann liefern[2])	1,779	3,685
Aus den verzehrten Kohlenhydraten ist daher an Fett mindestens entstanden	8,003	18,155

[1]) Zeitschrift des Landw. Vereins in Bayern, Augustheft 1881; Zentralblatt für Agrikulturchemie 10. Jahrg., 1881, S. 674.

[2]) Berechnet mit Hennebergs Faktor (51,4%). Obgleich derselbe erwiesenermaßen zu hoch ist, haben wir diese Zahl doch auch im folgenden, soweit sie von den Versuchsanstellern selbst benützt wurde, der Einfachheit wegen beibehalten (s. S. 124).

Diese Versuche zeigen, daß im Körper der Schweine 4—5 mal mehr Fett erzeugt worden ist, als aus dem Nahrungsfett und dem zersetzten Eiweiß überhaupt hätte gebildet werden können; sie beweisen, daß im Organismus des Schweines große Mengen Fett aus den Kohlenhydraten des Futters entstehen.

Eine baldige Bestätigung fand dieses Ergebnis durch Untersuchungen von N. Tschirwinsky[1]). Von vier Ferkeln, von denen je zwei dem gleichen Wurfe entstammten und gleiches Lebendgewicht besaßen, wurde aus jeder Gruppe eines zu Beginn der Versuche getötet und der Gehalt des Körpers an Eiweiß und Fett bestimmt. Die beiden anderen Tiere erhielten einige Monate hindurch ein reichliches Mastfutter aus Gerste mit Zulagen von Stärkemehl oder Zucker, wobei von Zeit zu Zeit die Verdauung des Futters festgestellt wurde. Am Schluß des Versuchs wurden sie geschlachtet und untersucht. Das Lebendgewicht betrug vor dem Schlachten bei den beiden nicht gemästeten Kontrolltieren 7,3 bezw. 11,03 kg, bei den gemästeten Tieren

zu Anfang des Versuchs	7,29 kg	11,05 kg
„ Ende „ „	24,15 „	24,80 „
Zunahme	16,86 kg	13,75 kg

Im Körper der Tiere wurden gefunden in Kilogramm:

	1. Reihe		2. Reihe	
	Eiweiß	Fett	Eiweiß	Fett
Nach der Mast	2,516	9,264	2,671	6,439
Vor „ „	0,957	0,688	1,478	1,010
Neugebildet	1,559	8,578	1,193	5,429
Während der Mast wurde aus dem Futter resorbiert	7,494	0,656	5,716	0,869
An Fett war demnach neugebildet worden	—	7,922	—	4,560
Dagegen wurde von den verdauten Eiweißstoffen nicht angesetzt, sondern im Körper zersetzt	5,935 kg		4,523 kg	

Da aus letzteren Mengen von zersetztem Protein sich nach den Berechnungen Hennebergs 51,4% = 3,051 bezw. 2,324 kg Körperfett hätten bilden können, so bleiben von dem während des Versuchs entstandenen Fettansatz (abzüglich des Nahrungsfettes) noch 4,871 bezw. 2,236 kg übrig, welche Beträge zum mindesten aus Kohlenhydraten erzeugt worden sein mußten.

Die Beweisführung in den bisher besprochenen Untersuchungen über die Beteiligung der Kohlenhydrate an der Fettbildung stützt sich im wesentlichen auf einen Vergleich verschiedener Individuen, von denen ein Teil im gemästeten, der andere im nicht gemästeten Zustande untersucht wurde, — ein Verfahren, daß die ursprünglich gleich beschaffene Zusammensetzung der zum Versuch benützten Tiere voraussetzt und in dieser Hinsicht eine gewisse, von den Versuchsanstellern selbst nicht geleugnete Schwäche aufweist. Die Übereinstimmung indessen, welche bei

[1]) Landw. Versuchsstationen 29. Bd., 1883, S. 317.

allen derartigen Versuchen in bezug auf das Endergebnis hervortrat, sichert ihnen trotz jenes Einwandes hinreichende Beweiskraft. Wir besitzen aber weiter auch Untersuchungen, in welchen die Benutzung von Kontrolltieren vermieden wurde, indem zur Beantwortung der vorliegenden Frage alle Einnahmen und Ausgaben der Tiere bei verschiedenartiger, reichlicher Fütterung direkt bestimmt wurden. Bei diesen Arbeiten, welche mir E. Meißl, F. Stohmer und N. v. Lorenz[1]) verdanken, wurden 4 Schweine benützt, und im Futter bei Nr. I und II ein weites (1:11,8—13,7), bei Nr. III ein mittleres (1:7) und bei Nr. IV ein enges Nährstoffverhältnis (1:2,44) eingehalten. Die Nahrung bestand bei Nr. I und II aus Reis, bei Nr. III aus Gerste und bei Nr. IV aus Molken, Reis und Fleischmehl. Hierbei wurde pro Tag und Kopf verdaut und angesetzt:

Versuch	Verdaut			Angesetzt	
Nr.	Protein g	Fett g	Kohlenhydrat g	Fleisch g	Fett g
I	103,4	5,3	1586,5	38,0	351,8
II	113,0	12,1	1586,2	48,9	409,5
III	122,0	—	1092,1	34,1	173,9
IV	426,5	44,6	939,4	45,1	252,4

Wenn nun das gesamte verzehrte Fett (7,9, 16,4, 15,2 bezw. 48,6 g) und aus dem zersetzten Eiweiß (Differenz zwischen verdautem Protein und angesetztem Fleisch) der von Henneberg berechnete Prozentsatz (51,39) an Fett im Körper abgelagert worden wäre, so würde sich folgende Verteilung des Fettansatzes auf die verschiedenen Quellen ergeben:

Versuch Nr.	I g	II g	III g	IV g
Fett im ganzen angesetzt	351,8	409,6	173,9	252,4
„ aus Nahrungsfett	7,9	16,4	15,2	48,6
„ „ Eiweiß	33,6	33,0	45,2	196,1
„ „ anderen Stoffen	310,3	360,1	113,5	7,5

Es haben also das Fett der Nahrung und das aus zersetztem Protein stammende Fett selbst bei höchster Beteiligung am Ansatz bei weitem nicht ausgereicht, die Menge des wirklich neugebildeten Fettes zu decken. Daher ist auch hier in allen Versuchen eine direkte Teilnahme der verabreichten Kohlenhydrate an der Fettbildung bewiesen.

Daß eine solche Umwandlung der Kohlenhydrate auch beim Wiederkäuer stattfinden kann, wurde zuerst durch Untersuchungen von W. Henneberg, E. Kern und H. Wattenberg[2]) sehr wahrscheinlich gemacht, sicher bewiesen aber erst durch sehr eingehende, unter Zuhilfenahme des Respirationsapparates ausgeführte Versuche G. Kühns[3]) und seiner Mitarbeiter. In länger andauernden

---

[1]) Zeitschrift für Biologie 22. Bd., 1886, S. 63.

[2]) Journal für Landw. 26. Jahrg. 1878, S. 549; siehe auch E. Wolff, Landw. Jahrbücher 8. Bd., Suppl. 1879, S. 270 und W. Henneberg, Zeitschrift für Biologie 17. Bd., 1881, S. 347.

[3]) Landw. Versuchsstationen 44. Bd., 1894, S. 560.

Beobachtungsperioden war hier an Schnittochsen ein sehr fett- und eiweißarmes Futter, welches aus Wiesenheu und Stärkemehl bestand, verabreicht und dabei der Eiweiß- und Fettansatz ermittelt worden. Unter der ungünstigen Annahme, daß einerseits die Eiweißstoffe bei ihrem Zerfall mit ihrem gesamten Kohlenstoffgehalte an der Fettbildung beteiligt sind und andrerseits die verdaulichen, in Äther löslichen Substanzen (Rohfett) des Futters unvermindert als Fett im Körper niedergelegt werden, blieben nach Abzug dieser Mengen immer noch zum Teil ansehnliche Beträge an Körperfett übrig, für deren Entstehung keine andere Quelle vorhanden war, als die Kohlenhydrate des Futters. So waren aus letzteren Futterbestandteilen in 10 verschiedenen Versuchen mit 6 Tieren allermindestens folgende Mengen Fett direkt gebildet worden:

Tier Nr.	Art des täglichen Futters	Fett g
I.	10 kg Wiesenheu + 2 kg Stärke	78
II.	9,5 „ „ + 2 „ „	151
III.	4,5 „ Kleeheu, 4,5 kg Haferstroh + 2 kg Stärke . .	149
IV.	Desgleichen	12
V.	9 kg Wiesenheu + 2 kg Stärke	193
„	„ „ „ „ „ „	179
„	„ „ „ + 3,5 kg „	561
VI.	9 „ „ + 2 „ „	113
„	Desgleichen + 2 „ „	185
„	„ + 3,5 „ „	335

Neuere Untersuchungen des Verfassers[1]) an derselben Tiergattung, welche sich zwar auf einem etwas anderen Gebiet bewegen, haben bestätigt, daß bei kohlenhydratreicher Nahrung mehr Fett im Körper angesetzt wird, als aus dem Protein und Fett der Nahrung gebildet werden kann. Dasselbe wurde von M. Rubner[2]) für den Fleischfresser und von B. Schulze[3]) und St. Chaniewski[4]), sowie von K. B. Lehmann und C. Voit[5]) für Gänse erwiesen.

Bevor die direkte Beteiligung der Kohlenhydrate an der Fettbildung im Tierkörper erwiesen war, hielt man dafür, daß neben dem Nahrungsfett das Eiweiß die Hauptquelle des Körperfettes bilde, und verleitet durch die herrschenden Vorschriften für das Mastfutter, glauben auch gegenwärtig noch manche an eine besondere Rolle des Eiweißes bei der Fettbildung. Wenn man auch zugibt, daß die Kohlenhydrate direkt in Fett umgewandelt werden können, so meint man doch, es könne in irgend einer Phase dieses Vorganges die Gegenwart einer gewissen Menge Eiweiß unerläßlich sein. Die Unhaltbarkeit einer solchen Ansicht leuchtet nun schon aus der S. 136 dargelegten Tatsache hervor, daß eine Fettablagerung bei kohlenhydratreicher Nahrung selbst dann stattfinden kann, wenn

[1]) Landw. Versuchsstationen 53. Bd., 1900, S. 1.
[2]) Zeitschrift für Biologie 22. Bd., 1886, S. 272.
[3]) Landw. Jahrbücher 11. Jahrg., 1882, S. 57.
[4]) Zeitschrift für Biologie 20. Bd., 1884, S. 179.
[5]) Ebenda 42. Bd., 1901, S. 619.

dem Körper gar kein Eiweiß zugeführt wird. Weiter zeigen die Versuche von Meißl (S. 158) an Schweinen, daß die Fettbildung ungeschwächt bestehen blieb, gleichviel ob das Verhältnis des Proteins zu den stickstofffreien Stoffen wie 1 : 12—14 oder 1 : 2,4 war; und aus den Arbeiten des Verfassers[1]) mit Schnittochsen ist zu entnehmen, daß je 1 kg verdauliche Nährstoffe,[2]) über den zur bloßen Lebenserhaltung erforderlichen Betrag hinaus gereicht, folgenden Ansatz bewirkten:

		Fleisch u. Fett[3])	Fett
Nährstoffverhältnis	1 : 4	219,7 g	202,4 g
„	1 : 10—11	217,7 „	202,3 „
„	1 : 16	224,2 „	216,6 „

Die Anwesenheit einer größeren Menge verdaulichen Rohproteins im Futter hat hiernach die Fettbildung keineswegs in dem Sinne unterstützt, daß auf eine Mitwirkung stickstoffhaltiger Substanzen bei der Umwandlung der Kohlenhydrate in Körperfett geschlossen werden müßte. Im Gegenteil gibt sich bei reichlicher Eiweißzufuhr eher eine Verminderung des Fettansatzes zu erkennen, was, wie wir sogleich sehen werden, damit im Zusammenhange steht, daß die Kohlenhydrate von der Art der Polysaccharide etwas mehr Fett, als das Eiweiß zu liefern vermögen. Auch die später (S. 164) zu besprechenden Untersuchungen des Ansatzes, welchen verschiedene Futtermittel zu bewirken vermögen, sind unvereinbar mit der Annahme einer direkten Mitwirkung der Eiweißstoffe bei der Entstehung von Fett aus Kohlenhydraten.

Was nun die Quantität des Körperfettes anbetrifft, welche aus Kohlenhydraten entstehen kann, so sind zahlreiche direkte Untersuchungen hierüber vom Verfasser[4]) am erwachsenen Rinde in derselben Weise ausgeführt worden, wie die (S. 123 und 153) bereits näher bezeichneten Arbeiten über die Wirkung des Nahrungs-Eiweißes und -Fettes. Einem Grundfutter von bekannter Wirkung wurden in der Regel 2 kg der zu prüfenden Substanz zugelegt und innerhalb 13—20tägiger Perioden die hiernach hervorgerufene Steigerung des Ansatzes bestimmt. In 8 Versuchen wurde Stärkemehl (Kartoffelstärke) und in je 2 Versuchen Rohfaser (aus Roggenstroh hergestellter Strohstoff, s. S. 141) und Rohrzucker (Nachprodukt) verfüttert. Hierbei wurde gefunden, daß unter Berücksichtigung der Lebendgewichtsveränderungen je 1 kg verdaute Substanz folgende Mengen Körperfett, einschließlich der geringen Mengen angesetzten Fleisches[5]) lieferten:

Stärkemehl	248 g
Rohfaser	253 „
Rohrzucker	188 „

[1]) Landw. Versuchsstationen 53. Bd., 1900, S. 46.

[2]) 1 Teil Fett = 2 Teile Kohlenhydrat gerechnet.

[3]) Hier ist der Fleischansatz nach seinem Wärmewert auf Fett berechnet nach dem Verhältnis 1 g Fleischtrockensubstanz = 5,678 Cal und 1 g Fett = 9,5 Cal.

[4]) Landw. Versuchsstationen 53. Bd., 1900, S. 450, zum Teil noch nicht veröffentlicht.

[5]) Dieses wurde seinem Energieinhalte entsprechend auf Fett umgerechnet.

Von dem gesamten Wärmevorrat der verdauten Nährstoffe fand sich hiernach im Ansatz wieder:

Stärkemehl	56,4%
Rohfaser	57,0 „
Rohrzucker	45,2 „

Die Verluste an Energie, welche mit der Umwandlung der Nährstoffe in Körpersubstanz verbunden sind, erreichen hiernach beim Wiederkäuer eine beträchtliche Höhe; sie betragen beim Stärkemehl 43,6, bei der Rohfaser 43,0, beim Rohrzucker 54,8%. Sie stehen nicht etwa bloß mit der Methangärung im Zusammenhange, welcher die Kohlenhydrate in der Regel unterliegen (S. 92), sondern sie kommen größtenteils zustande durch die lebhaften Gärungs- und Fäulnisvorgänge anderer Art, die im Magen und Darm der Pflanzenfresser und namentlich der Wiederkäuer eine so große Rolle spielen und die die Kohlenhydrate in geringwertigere Nährstoffe überführen; zum weiteren Teil wirkt auch die Assimilationsarbeit, die Energie, welche bei der molekularen Umlagerung der resorbierten Nährstoffe verbraucht wird, mit.

Besonders hoch im Vergleich zum Stärkemehl und der Rohfaser liegen diese Verluste beim Rohrzucker, der infolge seiner leichten Löslichkeit und Angreifbarkeit den Gärungsorganismen eine passendere Nahrung darzubieten scheint, als die komplizierter zusammengesetzten weniger löslichen Polysaccharide. Wo freilich, wie bei den Fleischfressern und omnivoren Tieren, Gärung und Fäulnis im Magen und Darm einen sehr viel geringeren Umfang annehmen als beim Wiederkäuer, da werden auch die Kohlenhydrate im allgemeinen und der Rohrzucker im besonderen verhältnismäßig besser verwertet werden. Erwägungen dieser Art konnten es überhaupt nicht zweifelhaft erscheinen lassen, daß Tiere mit einfach gebautem Magen und weniger geräumigem Darmkanal infolge weniger intensiv verlaufender Zersetzungen im Futterbrei aus gleichen Mengen über den Erhaltungsbedarf hinaus gereichter Nährstoffe mehr anzusetzen vermögen, als Wiederkäuer, die wegen der beregten Organisation ihrer Verdauungsorgane, im Gegensatz zu den carnivoren und omnivoren Tieren, die harten, rohfaserreichen Futterstoffe höher verwerten. Aufschluß über diese Frage haben jedoch erst Versuche gebracht, die in neuerer Zeit mit Schweinen ausgeführt worden sind. So stellte R. von der Heide und W. Klein[1]) fest, daß die Verluste, die bei der Umwandlung von Kohlenhydraten in Körperfett entstehen, nur 25,9% betragen, und G. Fingerling[2]), A. Köhler und Fr. Reinhardt fanden einen noch geringeren Energieverlust, nämlich nur 17,4%. Ein ähnliches Ergebnis erhielten die zuletzt genannten Versuchsanstellers, als sie den Produktionswert von Zucker bei der Mast der Schweine ermittelten. Der Energieaufwand, der zur Umwandlung dieses Nahrungsbestandteils in Körperfett erforderlich war, betrug 28,5%.

Da die Versuche von G. Fingerling und seinen Mitarbeitern unter denselben Bedingungen und mit denselben Methoden zur Ausführung kamen, wie

[1]) Biochem. Zeitschr. 55. Bd., 1913, S. 195.

[2]) Landw. Versuchsstationen 84. Bd., 1914, S. 149.

die vorher vom Verfasser erwähnten Untersuchungen mit Wiederkäuern, liefern sie einen guten Vergleichsmaßstab über den Umfang, in dem die einzelnen Nährstoffe von Schweinen höher verwertet wurden, als von Ochsen. Es wurde dabei gefunden, daß 1 kg verdaute Substanz folgende Mengen Körperfett, einschließlich des angesetzten Fleisches zu erzeugen vermochte:

Stärkemehl	355 g
Rohfaser	248 g
Rohrzucker	281 g

Legt man der Bewertung den gesamten Wärmevorrat der verdauten Nährstoffe zugrunde und berechnet, welcher Anteil sich im Ansatze wiederfindet, so kommt man zu folgenden Zahlen:

Stärkemehl	82,6
Rohfaser	58,6
Rohrzucker	71,5

Diese Zahlen zeigen deutlich die Überlegenheit der Schweine in der Verwertung des produktiven Teils der verdauten stickstofffreien Bestandteile und man darf im allgemeinen sagen, daß diese höhere Verwertung, abgesehen von der verdauten Rohfaser, um ca. 30% höher liegt, als sie bei den analogen Versuchen mit Wiederkäuern gefunden worden ist.

7. Die Fettbildung aus Pentosanen. — Da Untersuchungen mit Zulagen von reinen Pentosanen zu einem Grundfutter von bekannter Wirkung bislang noch nicht ausgeführt worden sind, so befinden wir uns dieser Stoffgruppe gegenüber nicht in der Sicherheit, die wir in der Beurteilung der Wirkung anderer Nährstoffe besitzen. Nur ganz im allgemeinen läßt sich aussagen, daß die Pentosane, direkt oder indirekt, die Fettbildung fördern, nicht aber, in welchem quantitativen Verhältnis dies geschieht. Bei den (S. 160) bereits angeführten Untersuchungen des Verfassers mit Strohstoff, dessen verdaulicher Teil auf 100 Cal etwa 33 in der Form von furfurolgebender Substanz (Pentosanen) enthielt, bestand ein dauernder, ebenso hoher Fettansatz wie nach der Verfütterung einer gleichen Menge verdaulicher Stärke. Wären die Pentosane hier an der Fettbildung überhaupt nicht beteiligt gewesen, so würde auf den pentosanfreien Rest des verdauten Strohstoffs ein sehr hoher Fettansatz (85% des Wärmevorrates) entfallen, wie er bei keinem anderen Nährstoff bis jetzt beobachtet worden ist; selbst wenn 100 Teile Pentosan nur ebensoviel Fett geliefert hätten, wie 50 Teile Stärkemehl, so würde die Verwertung des pentosanfreien Restes im Strohstoff immer noch eine außergewöhnliche Höhe (69% des Wärmewertes) erreichen. Hiernach erscheint es sehr wahrscheinlich, daß die furfurolgebende Substanz des Strohstoffs, die freilich zum größten Teile aus Oxyzellulose bestehen mag, in ihrem Einfluß auf die Fettbildung kaum hinter den echten Kohlenhydraten zurücksteht. Klarer werden wir den Wert der Pentosane erst übersehen, wenn sie in derselben Weise wie die anderen Nährstoffe, in isolierter Form, am Tier geprüft sein werden. Im ganzen deutet die Gegenwart der Pentosane in den Futtermitteln wie Heu, Stroh, Kleien, auf eine Verholzung der Gewebe hin, und es ist eigentümlich, daß die verdauliche Substanz dieser Futterstoffe, wie auch der

pentosanreichen, aber nicht verholzten Rüben und Schnitzel einen geringeren Nährwert haben, wie pentosanfreie Nährstoffe.[1])

8. Beziehungen der organischen Säuren zur Fettbildung. — Über die Frage, in welchem Umfang aus den verhältnismäßig einfach gebauten organischen Säuren, welche in Futtermitteln vorkommen, das kohlenstoffreiche wesentlich komplizierter zusammengesetzte Fett entstehen kann, liegen bis jetzt beweiskräftige Untersuchungen nicht vor. Nach allem jedoch, was wir über diese Säuren wissen (S. 138), ist anzunehmen, daß sie auch zu ihrem Teil an der Fettbildung teilnehmen und nicht nur thermische Energie liefern. In welchem Maße dies der Fall sein kann, muß weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben.

9. Einfluß der Würzstoffe. — Zu diesen Futterbestandteilen rechnen wir alle diejenigen Stoffe, welche den Futtermitteln einen den Tieren angenehmen Geruch und Geschmack verleihen, wie die ätherischen Öle, Süßstoffe und manche Salze. Einige derselben wie die Süßstoffe sind zugleich Nahrungsstoffe, andere wie die ätherischen Öle kommen der sehr geringen Menge wegen, in der sie selbst in stark riechenden Vegetabilien vorhanden sind, als eigentliches Baumaterial für die tierischen Produkte gar nicht in Betracht und beeinflussen lediglich das Nervensystem. Die Würzstoffe reizen den Appetit, regen die Drüsen des Mundes und des Magens zu verstärkter Tätigkeit an und tragen in dieser Hinsicht zum Wohlbefinden der Tiere bei, ohne jedoch etwa den Umfang der Verdauung zu erhöhen (S. 61). Ihr Einfluß macht sich geltend bei solchen Tieren, die mit starken Rationen gefüttert und einem Nervenreiz besonders zugänglich sind, wie dies bei Milchvieh, Pferden, Zuchttieren und Jungvieh der Fall ist. Einer besonderen Zugabe von Würzstoffen bedarf es jedoch auch in den eben erwähnten Fällen nur äußerst selten, weil gutes, nicht verregnetes Heu, die Körnerarten und deren Mahlabfälle, die meisten Ölkuchen, die Rübengewächse, ja selbst gutes Stroh und unverdorbene Spreu einen ausreichenden Gehalt an angenehm riechenden und schmeckenden Stoffen besitzen. Nur wenn das Futter sich aus faden, reizlosen Futtermitteln, wie stark verregnetem oder saurem Heu und Stroh, ausgelaugten Stoffen (Rübenschnitzeln, Kartoffelpülpe, Klebermehl usw.), Kartoffeln zusammensetzt, oder durch reichlichen Wassergehalt, wie bei großen Gaben von warmer Tränke, erschlaffend auf die Verdauungsorgane wirkt, mag man Würzstoffe (Fenchel, Anis, Kümmel) zumischen. Das beste Würzmittel ist und bleibt neben dem Kochsalz ein gutes aromatisches Heu.

f) Die Verwertung ganzer Futtermittel.

Aus den vorangegangenen Darlegungen hat sich ergeben, daß aus je 100 g isoliert verabreichten, verdauten Nährstoffen — wenn dieselben als Zulagen zu einem den Erhaltungsbedarf überschreitenden Grundfutter gegeben werden — **vom erwachsenen Rinde** folgende Beträge im Fleisch- und Fettansatze wiedergefunden werden:

[1]) Siehe hierüber den nachfolgenden Abschnitt e.

Eiweiß	224 Cal	=	23,5 g	Fett
Fett	450—570 „	=	47,4—59,8 „	„
Stärkemehl und Rohfaser	236 „	=	24,8 „	„
Rohrzucker	179 „	=	18,8 „	„

Eine große Anzahl von Untersuchungen, welche der Verfasser in Gemeinschaft mit A. Köhler u. a. mit erwachsenen Schnittochsen ausgeführt hat,[1]) setzt uns nun in den Stand zu erkennen, ob die in den gewöhnlichen Futtermitteln enthaltenen, der Verdauung anheimfallenden Nährstoffgruppen ebenso oder anders wirken, wie die oben angeführten Vertreter dieser Gruppen. Das Verfahren, welches bei derartigen Untersuchungen eingehalten ist, haben wir bereits früher (S. 67 und 113) besprochen und begründet. Man hat stets zwei Versuchsperioden einzurichten, eine, in welcher ein reichliches Grundfutter zu verabreichen ist, und eine zweite, in welcher man das zu prüfende Futtermittel jenem Grundfutter zulegt. In beiden Fällen stellt man den Fleisch- und Fettansatz, sowie den Energie-Umsatz (S. 77) fest und erhält so einen Ausdruck für die Wirkung der beiden Rationen. Die so erlangten Ergebnisse lassen sich jedoch noch nicht ohne weiteres miteinander vergleichen. Da nämlich jeder Versuchsabschnitt mindestens 3 Wochen dauert, so nimmt bei der angedeuteten Fütterungsweise das Lebendgewicht des Versuchstieres um 10—30 kg zu. Damit ändert sich der Bedarf für die bloße Lebenserhaltung. Wollte man diesen Umstand außer acht lassen und den bei Grundfutter beobachteten Ansatz einfach von dem bei der nachfolgenden, verstärkten Ration erzielten Umsatz abziehen, so würde die Differenz nicht der wirklichen Leistung des zugelegten Futters entsprechen, sondern zu niedrig ausfallen. Es ist daher eine Korrektur für die Lebendgewichtsveränderungen bei solchen Untersuchungen unerläßlich und eine solche vom Verfasser auf Grund gesonderter Versuche stets angebracht worden.[2]) Die Differenz zwischen dem korrigierten Ansatz bei der verstärkten Ration und dem bei Grundfutter beobachteten Ansatz ergibt dann einen zutreffenden Ausdruck für die Wirkung des geprüften Futtermittels, bezw. derjenigen Nährstoffe, welche aus der Zulage wirklich verdaut werden.

In dieser Weise hat der Verfasser während vieler Jahre Versuche mit erwachsenen Schnittochsen ausgeführt und dabei typische Vertreter der verschiedenen Futtermittelgruppen benutzt. Bei der nunmehr folgenden Darstellung der Ergebnisse ist so verfahren worden, daß die Leistung der verdauten Nährstoffe mit Hilfe der vorhin (s. oben) zusammengestellten Produktionswerte berechnet, und die dabei gefundenen Zahlen dem im Tierversuch gefundenen Ansatz gegenübergestellt wurden. Die Stickstoffverbindungen nicht-eiweißartiger Natur blieben auf Grund der S. 124—132 gemachten Angaben von der Rechnung ausgeschlossen. Bei manchen Futtermitteln war eine fast vollkommene Übereinstimmung

[1]) Zum kleineren Teil veröffentlicht in der Deutschen landw. Presse, 1903.

[2]) Näheres hierüber findet sich im III. Teil dieses Buches in dem Kapitel über Mästung ausgewachsener Tiere.

der berechneten und am Tier beobachteten Ansatzwerte zu erkennen, wie die folgenden Zahlen lehren:

Aus 100 g verzehrter Trockensubstanz wurde verdaut in Gramm:

	Baumwollsaatmehl	Erdnußmehl	Palmkernkuchenmehl	Leinkuchenmehl
Eiweiß	39,6	43,3	14,6	34,5
Fett	13,0	7,8	7,5	8,4
Kohlenhydrat[1]	12,1	16,1	40,3	26,1

Die verdauten Stoffe entsprechen nach der Rechnung folgendem Ansatz

	Baumwollsaatmehl	Erdnußmehl	Palmkernkuchenmehl	Leinkuchenmehl
in Cal:				
Eiweiß	87,7	97,0	32,7	77,3
Fett	74,1	44,5	42,7	47,9
Kohlenhydrat	28,6	38,0	95,1	61,6
zusammen	190,4	179,5	170,5	186,8
Wirklich beobachtet . . .	186,9	179,8	173,9	182,8
Differenz	— 3,5	+ 0,3	+ 3,4	— 4,0
„ in Prozenten des berechneten Wertes . .	— 1,8	+ 0,2	+ 2,0	— 2,1

In Fettwerten ausgedrückt, stellt sich das Ergebnis wie folgt (in Gramm):

Berechnet	20,0	18,9	17,9	19,7
Wirklich beobachtet . . .	19,7	18,9	18,3	19,2

Die hier vorgeführten Zahlen sind in mehrfacher Beziehung lehrreich. Sie zeigen, daß die Ansatzwerte, welche für die reinen Nährstoffe bei erwachsenen Rindern ermittelt wurden, in der Tat als Maßstab zur Beurteilung der Wirkung der verdauten Nährstoffe bei dieser Tierart dienen können. Sie lehren weiter, daß Eiweißstoffe, Fette und Kohlenhydrate von so verschiedener Form, wie sie in den obigen Futtermitteln vorkommen, dennoch die gleiche Wirkung äußern, wie wenn sie als Kleberprotein, Erdnußöl und Stärkemehl (s. S. 123, 153 und 160) verabreicht worden wären. Sie lassen ferner erkennen, daß bei Wiederkäuern die verdaute Rohfaser in der Form dieser Futtermittel ebenso wirkt wie verdautes Stärkemehl; denn wäre die Rohfaser vollkommen wertlos, wie von manchen voreilig angenommen worden ist, so hätte sich zwischen der Rechnung und dem Befund der Tiere keine so schöne Übereinstimmung einstellen können. Endlich beweisen die Versuchsergebnisse, daß es vom vorliegenden Gesichtspunkte aus vollkommen gleichgültig ist, ob man den Eiweißgehalt eines Futtermittels durch Multiplikation des Stickstoffgehaltes mit 6,25 oder einem andern Faktor berechnet; nähme man z. B. an, das Erdnußmehlprotein enthielte nicht 16, sondern 18% Stickstoff, so würde der Gehalt an verdaulichem Eiweiß sich im obigen Falle auf 38,5, der an Kohlenhydraten + Rohfaser dagegen auf

[1]) Einschließlich der verdauten Rohfaser.

20,9% stellen und für den Ansatz würden dann auf dem Wege der Rechnung 180,0 gegenüber den oben eingestellten 179,5 Cal, also ein ganz unwesentlich höherer Betrag gefunden werden.

Im Vergleich zu den Futtermitteln der eben besprochenen Art, deren verdauliche Nährstoffe auf Grund der angeführten Versuche als vollwertig anzusprechen sind, hat sich der verdauliche Teil der Rauhfutterstoffe als sehr minderwertig erwiesen. Untersuchungen mit 9 verschiedenen Stroh- und Heuarten haben nämlich folgendes ergeben:

Aus 100 g Trockensubstanz werden verdaut in Gramm:

	Weizenstroh a	Weizenstroh b	Haferstroh	Gerstenstroh	Wiesenheu a	Wiesenheu b	Kleeheu	Grasheu	Grummet
Eiweiß	—0,1	—1,1	1,2	1,0	3,3	4,8	10,0	7,5	4,4
Rohfett	0,2	0,8	1,7	0,8	1,2	1,2	0,9	1,3	1,5
Stickstofffreie Extraktstoffe . . .	17,1	12,7	20,6	25,7	28,6	35,3	27,7	24,6	28,7
Rohfaser	24,5	20,0	18,9	18,9	18,0	20,8	11,2	19,4	14,1
Nach der Rechnung zu erwartender Ansatz in Cal:									
Eiweiß	—0,2	—2,5	2,7	2,2	7,4	10,7	22,4	16,8	9,8
Rohfett	0,9	3,6	7,7	3,6	5,4	5,4	4,1	5,9	6,8
Kohlenhydrate . .	98,2	77,2	93,2	105,3	110,0	132,4	91,8	103,8	101,0
Zusammen	98,9	78,3	103,6	111,1	122,8	148,5	118,3	126,5	117,6
Wirklich beobachtet	20,1	22,9	62,8	74,7	77,1	103,8	81,1	80,3	74,7
Differenz . . .	78,8	55,4	40,8	36,4	45,7	44,7	37,2	45,7	42,9
Differenz in % des berechnet. Ansatzes	79,7	70,8	39,4	32,8	37,2	30,1	31,4	36,1	36,5

Diese Ergebnisse stehen in frappantem Gegensatz zu jenen, welche mit den vorher besprochenen Futtermitteln (Ölkuchenmehlen) erzielt wurden. Ausnahmslos tritt uns hier ein bedeutender Ausfall in der Produktion entgegen, der bei dem Weizenstroh bis zu 80%, bei dem weicheren Kleeheu immer noch 30% beträgt. Es ist ohne weiteres verständlich, daß die Arbeit der Zerkleinerung, welche das Tier beim Verzehr und der Verdauung dieser harten Futterstoffe aufzuwenden hat, einen Teil der Nährstoffe bezw. deren dynamische Energie beansprucht und der Produktion entzieht, und sucht man unter den Rohbestandteilen des Futters nach demjenigen, der einen Maßstab für diesen Aufwand geben könnte, so wird man hierbei — worauf N. Zuntz[1]) schon aufmerksam gemacht hat — in erster Linie die Rohfaser ins Auge zu fassen haben. In der Tat zeigt sich, wenn man diesen Verhältnissen nachgeht, daß der beobachtete Produktionsausfall zu keinem anderen Bestandteil, weder zu den Pentosanen, noch zu den stickstofffreien Extraktstoffen in so guter Beziehung steht, wie zu dem Gehalt an Rohfaser.

[1]) Untersuchungen über den Stoffwechsel des Pferdes bei Ruhe und Arbeit. (Landw. Jahrbücher 27. Bd., 1898, III. Ergänzungsband.) Es ist das Verdienst des genannten Forschers, den hier in Frage kommenden Verhältnissen mittels Methoden, die eigens für diese Zwecke ersonnen waren, mit besonderer Umsicht nachgespürt zu haben. Es steht zu erwarten, daß die weitere systematische Befolgung der Zuntzschen Methode auch die intimeren Vorgänge der beregten Verhältnisse klarlegen wird.

Stellen wir letzteren dem Produktionsausfall gegenüber und berechnen das Defizit im Ansatz, welches auf 1 g verzehrte Rohfaser entfällt, so bekommen wir folgende Zahlen:

	Auf 100 g Trockensubstanz		Defizit im Ansatz, auf 1 g Rohfaser bezogen
	Produktions-Ausfall	Rohfaser	
	Cal	g	Cal
Weizenstroh a	78,8	46,6	1,69
„ b	55,4	45,4	1,26
Haferstroh	40,8	39,0	1,05
Gerstenstroh	36,4	35,7	1,02
Wiesenheu a	45,7	32,9	1,39
„ b	44,7	30,9	1,45
Kleeheu	37,2	29.7	1,25
Grasheu	45,7	29,1	1,57
Grummet	42,9	28,0	1,53
	Im Durchschnitt		**1,36**

Je 100 g in den Rauhfutterstoffen verzehrte Rohfaser setzt hiernach den Ansatz im Körper des Rindes um 136 Cal = 14,3 g Körperfett herab. Die Ursache für diese Produktionsverminderung liegt nicht in der chemischen Beschaffenheit der Rohfaser an sich, nicht in einem etwaigen Unvermögen derselben, nach ihrer Verdauung in Fett umgewandelt zu werden, denn es hat sich ja gezeigt (S. 160), daß die von den inkrustierenden Stoffen befreite, gut zerkleinerte Strohrohfaser ebensoviel Fett zu erzeugen vermag, wie reines Stärkemehl; vielmehr trägt in erster Linie die Zerkleinerungsarbeit beim Kauen Schuld an diesem Produktionsausfall. Der Beweis hierfür ist vom Verfasser durch Untersuchungen geliefert worden, in denen feingemahlenes Stroh und Weizenspreu an ausgewachsene Schnittochsen wiederum als Zulage zu einem Grundfutter von vorher festgestellter Wirkung verfüttert wurden. Der berechnete und der wirklich gefundene Ansatz, das hierbei aufgetretene Defizit und der Rohfasergehalt des Futters, alle Angaben auf 100 g verzehrte Trockensubstanz bezogen, stellten sich in diesen Untersuchungen auf die nachstehenden Werte:

	Berechnete Produktion	Am Tier beobachtete Produktion	Defizit	Rohfaser der Trockensubstanz	Defizit 1 g Rohfaser
	Cal	Cal	Cal	g	Cal
Weizenstroh . .	67,1	35,7	31,4	42,2	0,68
Haferstroh a . .	93,6	67,1	26,5	39,3	0,68
„ b . .	81,4	49,8	31,6	40,4	0,78
Gerstenstroh a .	108,9	76,3	32,6	38,1	0,86
„ b .	82,1	57,5	24,6	44,0	0,56
Weizenspreu . .	81,3	60,3	21,0	31,7	0,66
	Im Durchschnitt				**0,70**

Da sowohl das hier verfütterte Weizenstrohmehl, wie auch das gemahlene Gerstenstroh und Haferstroh zum größten Teile aus Bruchstückchen bestand, die kleiner als die der Weizenspreu waren, so läßt sich aus den Versuchsergebnissen schließen, daß eine Zerkleinerung, die weiter als bis zur Größe der Spreu geht, keinen Einfluß mehr auf die Verwertung der Rauhfutterarten hatte, daß vielmehr mit der Größe der Weizenspreuteilchen das Maximum dessen erreicht ist, was sich an dem tierischen Zerkleinerungsaufwande ersparen läßt. Der Produktionsausfall sank infolge dieser Ersparnis im Durchschnitt aller Beobachtungen auf etwa die Hälfte des Betrages, der bei der Verabreichung von Häcksel zu beobachten war.

Die Aufhebung der Kauarbeit beseitigte nach unseren Darlegungen den Produktionsausfall nur zur Hälfte, und es entsteht nun weiter die Frage, auf welche Ursachen der noch verbleibende Rest des Defizits zurückzuführen ist. Man wird kaum fehl gehen, wenn man hierfür die Belastung des Verdauungsapparates durch die großen Massen des unverdaut bleibenden Teiles der Rauhfutterstoffe, die erhöhten Ansprüche, die an die Verdauungsarbeit gestellt werden, die Gärungsprozesse, die sich in intensiver Weise geltend machen, die Verluste, die durch die aufzubringende Lebenswärme der Bakterien entstehen und vielleicht auch Fäulnisvorgänge, die sich in den letzten Darmabschnitten in diesen Nahrungsresten abspielen, verantwortlich macht. Gewiß darf man auch voraussetzen, daß die Bewegung dieser Massen, welche im feuchten Zustande das 4—10fache des Gewichtes des trockenen Rauhfutters besitzen, nicht unwesentliche Anforderungen an die Kraftleistung der Tiere stellt. Wie groß dieser Aufwand ist, läßt sich ungefähr aus einem Versuche des Verfassers ermessen, in welchem ein sehr wenig verdaulicher Stoff, nämlich Sägemehl, als Zulage zu einem Grundfutter von bekannter Wirkung gegeben wurde. Die so bewirkte Belastung der Verdauungswege um 1 kg Trockensubstanz verminderte hier den Ansatz um 178 Cal = 19,7 g Körperfett, und wenn auch keineswegs behauptet werden soll, daß es nicht vielleicht ein Optimum gäbe, bis zu welchem der Magen und Darm gefüllt werden könnte, ohne eine Steigerung des Energie-Aufwandes herbeizuführen, so läßt der erwähnte Versuch doch erkennen, daß die Mehrbelastung des Tieres unter Umständen die Futterverwertung herabdrückt. Gesetzt den Fall, in den vorerwähnten Versuchen hätte der unverdauliche Teil des Haferstrohes ebenso gewirkt wie das Sägemehl, also ansatzvermindernd, so würden von dem beobachteten Produktionsausfall auf 1 kg verfüttertes Stroh 88,1 Cal = 9,3 g Körperfett zu rechnen sein, ein Betrag, der zusammen mit der bloßen Zerkleinerungsarbeit das gesamte Defizit freilich auch noch nicht vollständig deckt. Es bleiben von dem Ausfall immer noch 8,8 % übrig, die den bereits erwähnten Vorgängen zur Last zu schreiben sind.

Die vorstehend beschriebenen Untersuchungen des Verfassers setzen uns in die Lage, die Verwertung der Heu-, Stroh- und Spreuarten bei der Mast des erwachsenen Rindes aus dem Gehalte dieser Futterstoffe an verdaulichen Nährstoffen und an Gesamtrohfaser zu berechnen. Zwei Beispiele mögen den Weg andeuten, der hier einzuschlagen ist:

a) **Haferstroh**, 100 kg mit 38,5% Gesamt-Rohfaser

	Verdauliche Nährstoffe	Körperfett
Eiweiß	1,2 kg	= 0,28 kg
Rohfett	0,6 „	= 0,28 „
Stickstofffreie Extraktstoffe und Rohfaser	40,9 „	= 10,15 „
	Zusammen	10,71 kg
Ab für 38,5 kg Rohfaser (1 kg = 0,143 kg Körperfett)		5,51 „
	Mithin Produktionswert	5,20 kg

b) **Weizenspreu**, 100 kg mit 30,5% Gesamt-Rohfaser

	Verdauliche Nährstoffe	Körperfett
Eiweiß	1,4 kg	= 0,33 kg
Rohfett	0,5 „	= 0,24 „
Stickstofffreie Extraktstoffe und Rohfaser	31,3 „	= 7,76 „
	Zusammen	8,33 kg
Ab für 30,5 kg Rohfaser (1 kg = 0,075 kg Körperfett)		2,29 „
	Mithin Produktionswert	6,04 kg

Von den **Grünfutterarten** werden wir noch in Erfahrung bringen, daß sie in nicht höherem Umfange verdaut werden, wie das aus ihnen unter Ausschluß jeden Verlustes bereitete Heu. Darnach könnte man vermuten, daß durch das Trocknen wasserreicher Pflanzen an der Luft auch der Nährwert keine Einbuße erlitte. Im Lichte der vorangegangenen Untersuchungen über den Einfluß der Kauarbeit auf den Ansatz muß dagegen von vornherein angenommen werden, daß die wasserdurchtränkten weichen Gewebe der grün zum Verzehr gelangenden Pflanzen ihrer Zerkleinerung durch die Zähne und den Magen einen geringeren Widerstand entgegensetzen, als das aus ihnen hergestellte Dürrheu. Beobachtungen hierüber haben bereits **N. Zuntz** und **O. Hagemann**[1]) mit Pferden angestellt und aus den während des Fressens beobachteten respiratorischen Quotienten berechnet, daß 1 kg Wiesenheu an Kauarbeit 167,4, 1 kg grüne Luzerne 30,4 Cal verursacht. Auf gleiche Menge Trockensubstanz bezogen, würde das Grünfutter hiernach 38,2% weniger Kraft zum Kauen benötigen als das Heu. Ob sich diese Verhältnisse mit denen des Wiederkäuers decken, das zu entscheiden, muß weiteren Versuchen vorbehalten bleiben. Nach einigen vorläufigen Untersuchungen des Verfassers[2]) scheint es eine untere Grenze des Rohfasergehaltes zu geben, bei welcher getrocknete Pflanzen so leicht von den Zähnen zerkleinert werden, daß hierbei jedenfalls nicht mehr Kraft verbraucht wird, wie bei der Verfütterung derselben Pflanzen in frischem Zustande. Zarte, wenig stengelreiche Futterpflanzen liefern, gut getrocknet, ein Heu, das sich sehr leicht zerbröckeln läßt; je weiter aber die Pflanzen in der Vegetation vorschreiten und je reicher sie an verholzter, mit inkrustierenden Stoffen durchsetzter Rohfaser werden, um so größer wird die Arbeit für das Tier bei der Futteraufnahme und der Verarbeitung der Pflanzen,

[1]) Landw. Jahrb. 27. Jahrg., Ergänzungsband 1898, S. 274.

[2]) Noch nicht veröffentlicht.

gleichgültig, ob man sie grün oder getrocknet zum Verzehr bringt; nur wird die Kauarbeit bei grünen Pflanzen weniger rasch anwachsen und niedriger bleiben, als beim Heu.

Die verdaulichen Bestandteile der nackten Getreidesamen und der Leguminosenkörner sind nach den Beobachtungen des Verfassers als nahezu vollwertig anzusehen. Es berechnete sich nämlich aus der Menge der verdauten Stoffe pro 100 g verzehrte Trockensubstanz

	bei Roggenschrot	bei Ackerbohnenschrot
ein Ansatz von	172,0 Cal	164,4 Cal
während am Tier beobachtet wurden	160,9 „	155,2 „
Differenz	— 11,1 Cal	— 9,2 Cal
Differenz in Proz.	— 6,5	— 5,6

Der hier zutage getretene Produktionsausfall deutet zwar darauf hin, daß in diesen Körnerfrüchten eine kleine Menge minderwertiger Stoffe vorkommt, oder daß auch hier die härteren äußeren Zellschichten und Schalen, wie schon bei der Besprechung der Rauhfutterstoffe auseinandergesetzt, geringwertig sind und daher an der Produktion keinen großen Anteil haben. Immerhin ist die Differenz zwischen dem Ergebnis des Tierversuchs und der Rechnung gering genug, um die unvermeidlichen Fehlergrenzen kaum zu überschreiten.

Größer wird der Produktionsausfall jedoch wieder bei den Abfällen der Müllerei und der Gärungsgewerbe, so bei den Kleien, den Biertrebern und der Getreideschlempe, denen durch den Fabrikationsprozeß ein großer Teil der vollwertigen Nährstoffe entzogen ist. Bei diesen Stoffen ergaben die Berechnung und der direkte Versuch am Tier die nachstehenden Werte in Cal für den Ansatz aus je 100 g verzehrter Trockensubstanz:

	Roggenkleie	Weizenkleie	Getrocknete Biertreber	Getrocknete Schlempe
Aus den verdauten Nährstoffen berechnet . . .	150,6	146,5	146,9	200,9
Am Tier beobachtet . .	118,9	113,3	123,9	177,1
Differenz	— 31,7	— 33,2	— 23,0	— 23,8
„ in Prozenten	— 21,0	— 22,7	— 15,7	— 11,8

Infolge der Abscheidung des Mehles aus den Getreidekörnern konzentrieren sich gewissermaßen die minder wertvollen Stoffe in der zurückbleibenden Kleie, die nach den vorliegenden Untersuchungen hinsichtlich des Nährwertes ihrer verdaulichen Stoffe etwa die Mitte halten zwischen Sommerhalmstroh und denjenigen Futtermitteln, deren Nährstoffe wir als vollwertig kennen gelernt haben. Etwas günstiger liegen die Verhältnisse bei den Rückständen der Gärungsindustrie, denen im wesentlichen nur Stärkemehl entzogen wird.

Eine Ausnahme unter den Abfallprodukten der Müllerei bildet das spelzenfreie Reisfuttermehl, das sich auch sonst durch eine geringere Verholzung seiner Gewebe von der Weizen- und Roggenkleie unterscheidet und jedenfalls sehr leicht von den Verdauungssäften angegriffen wird. Verfasser beobachtete bei diesem

Futtermittel nicht nur keinen Produktionsausfall, sondern einen kleinen Mehransatz gegenüber der Wirkung der reinen Nährstoffe. Auf 100 g verzehrte Trockensubstanz entfiel nämlich ein Ansatz von 175,2 Cal, wogegen nach der Berechnung auf der Grundlage der verdauten Nährstoffe 160,4 Cal hätten angesetzt werden sollen. Die Mehrproduktion, welche hiernach 14,8 Cal = 8,4% des berechneten Wertes beträgt, ist möglicherweise auf eine besonders leichte Assimilierbarkeit des Fettes gerade dieses Futterstoffes zurückzuführen.

Besonderes Interesse bieten die Untersuchungen des Verfassers mit Malzkeimen einem Futterstoff, der ziemlich reich ist an nicht-eiweißartigen Stickstoffverbindungen und Zucker. Nach der Rechnung, bei welcher auch hier die genannten Stickstoffverbindungen nicht berücksichtigt werden, hätten die verdauten Nährstoffe bei Vollwertigkeit 115,1 Cal zum Ansatz bringen müssen, während in Wirklichkeit nur 98,9 Cal angesetzt wurden, und ein Defizit von 16,2 Cal = 14,2% beobachtet wurde. Käme der nicht-eiweißartigen Stickstoffsubstanz der Wert der Kohlenhydrate zu, wie von mancher Seite grundlos angenommen wird, so würde sich der Produktionsausfall auf 36,9 Cal = 27,1% erhöhen, also einen Umfang annehmen, den wir bislang nur bei den schwer verdaulichen rohfaserreichen Heu- und Stroharten beobachtet haben. Hiernach wird es wahrscheinlich, daß auch das Gemisch der nicht-eiweißartigen Stickstoffverbindungen, wie es in den Malzkeimen vorkommt, keinen greifbaren Einfluß auf die Ansatzverhältnisse ausübt.

Kartoffeln und Runkelrüben, die in der gleichen Weise untersucht wurden, ergaben auf 100 g verzehrte Trockensubstanz folgenden Ansatz:

	Kartoffeln	Runkelrüben[1])
Berechnet aus der Verdauung	175,8 Cal	143,2 Cal
der Tierversuch ergab	172,3 „	124,5 „
Differenz	—3,5 Cal	—18,7 Cal
„ in % des berechneten Wertes . . .	—2,0%	—13,1%

Die verdaulichen Nährstoffe der Kartoffeln erweisen sich hiernach als vollwertig, die der Rüben jedoch nicht. Letzterer Umstand mag sich vielleicht daraus erklären, daß die Rüben ziemlich viel organische Säuren enthalten, die eine geringere Wirkung auf den Ansatz ausüben.

Von den Abfällen der Zuckerfabrikation hat der Verfasser getrocknete und nasse Schnitzel geprüft. Letztere hatte man eine Zeitlang in Tonnen aufbewahrt, in denen eine sehr schwache Säuerung eingetreten war, die wegen ihrer Geringfügigkeit jedoch nicht in Betracht kam. Auf 100 g verfütterte Trockensubstanz betrug der Ansatz:

	bei den Trockenschnitzeln	bei den nassen Schnitzeln
nach der Rechnung mit den verdauten Nährstoffen	172,6 Cal	176,4 Cal
nach dem Tierversuch	135,3 „	166,0 „
Differenz	—37,3 Cal	—10,4 Cal
Ausfall in % des berechneten Wertes . . .	21,6%	5,9%

[1]) Berechnet unter Berücksichtigung des Zuckergehaltes der Rüben.

Die verdaulichen Nährstoffe der Trockenschnitzel stehen hiernach im Nährwert etwa den gleichnamigen Nährstoffgruppen in den Kleien nahe; sie üben eine erheblich geringere Wirkung auf den Ansatz aus, als die verdaulichen Bestandteile gleicher Art in Ölkuchen und Körnerarten. Wahrscheinlich steht dieser Produktionsausfall im Zusammenhang mit der erheblichen Kauarbeit, die beim Verzehr der gedörrten Schnitzel zu leisten ist. Die nassen Schnitzel, deren wasserfreie Substanz fast ebenso zusammengesetzt und in fast dem gleichen Umfange verdaut worden war, wie die der Trockenschnitzel, wurden bei der geringeren Zerkleinerungsarbeit, die sie erfordern, wesentlich besser verwertet.

In den verflossenen Jahren ist es auch von anderer Seite her unternommen worden, den Produktionswert der Futtermittel in ganz ähnlicher Weise festzustellen, wie es bei den eben vorgeführten Untersuchungen des Verfassers geschehen ist. H. P. Armsby[1]) hat an der Versuchsstation des Staates Pennsylvanien in zwei Versuchsreihen die Produktion ermittelt, welche bei der Mast des Rindes durch Thimotheeheu und Maismehl erzielt werden kann. Auch hier hatte man, wie der Verfasser, die zu prüfenden Futtermittel als Zulagen zu schwächeren Rationen, deren Wirkung ebenfalls festgestellt wurde, verabreicht und die Untersuchung auf alle stofflichen Einnahmen und Ausgaben ausgedehnt, dazu aber noch mit Hilfe eines Respirations-Kalorimeters die Wärmeabgabe des Tieres bestimmt. — Beim Thimotheeheu blieben die Ergebnisse leider etwas unsicher, weil einerseits die Zulage an diesem Heu (Periode D) allzu niedrig, nur 356 g organische Substanz, gehalten worden war, und andererseits in dem Versuchsabschnitt ohne Zulage (Periode C) sich zwischen berechneter und beobachteter Wärmeabgabe ein zu großer Unterschied ergeben hatte. Den Versuchen mit Maismehl scheinen dagegen derartige Mängel nicht anzuhaften. Bei diesem Futtermittel sind nach den Beobachtungen des Verfassers (S. 170) die verdauten Nährstoffe als vollwertig zu betrachten, und es ist darnach der Produktionswert derselben mit Hilfe der S. 164 angegebenen Wirkungswerte der reinen Nährstoffe zu berechnen. Unter dieser Voraussetzung findet man, daß 100 g verdaute organische Maissubstanz 25,9 g Körperfett zu erzeugen imstande sein muß, wogegen nach dem Versuch tatsächlich 24,7 g gebildet worden sind. Diese gute Übereinstimmung zwischen dem berechneten und wirklich beobachteten Werte ist der beste Beweis dafür, daß die weiter oben vorgeführten Untersuchungen des Verfassers — soweit die Mast ausgewachsener Rinder in Frage kommt — allgemeine Bedeutung besitzen und von individuellen Anlagen der Versuchstiere sicher nicht in störendem Maße beeinflußt worden sind.

Die S. 164—172 angegebenen und andere, in gleicher Weise ausgeführten Untersuchungen des Verfassers beweisen, daß die verdaulichen Nährstoffe der verschiedenen Futtermittel nicht gleichwertig sind, sondern sehr verschieden wirken, je nach dem Widerstand, den die Futterstoffe der Zerkleinerung

---

[1]) U. S. Departement of Agric.; Bureau of Animal Industry, Bulletin No. 51. 1903 und No. 74, 1905; Landw. Jahrbücher 33. Bd., 1894, S. 665 und 34. Bd., 1905, S. 861.

und der Auflösung entgegensetzen. Die Kauarbeit, die Belastung der Verdauungswege, der Umfang, in welchem Gärungs- und Fäulnisvorgänge am Verdauungsprozeß beteiligt sind, bedingen viel größere Unterschiede, als die chemische Form, in welcher die Einzelbestandteile der Nährstoff**gruppen** vorhanden sind. Damit soll freilich nicht gesagt sein, daß die chemisch so verschiedenen Glieder der Eiweißstoffe, der Fette und der Polysaccharide durchweg gleichwertig seien und unter allen Umständen einander in gleichen Gewichtsmengen vertreten können. Nur das scheint sicher zu sein, daß wenn solche Unterschiede wirklich bestehen, sie zumeist so gering sein müssen, daß sie nach der vom Verfasser befolgten, recht scharfen Methode nicht wahrzunehmen waren und für die Praxis der Fütterung bedeutungslos sind. Die einzige Ausnahme, welche auf dem Wege der dargelegten Untersuchung festgelegt werden konnte, betrifft die Gruppe der stickstofffreien Extraktstoffe, unter denen sich der Rohrzucker gegenüber den Polysacchariden von der Art des Stärkemehls als minderwertig erwiesen hat. Auf diesen Bestandteil wird man daher bei der Futtermittelanalyse in Zukunft mehr achten müssen als bisher. Betreffs der Fette liegt zwar auch eine Andeutung solcher Unterschiede vor, und es ist wohl möglich, daß eigens zu diesem Zwecke angestellte Untersuchungen mit Zulagen isolierter Fette zu einem gleichbleibenden Grundfutter wichtige Tatsachen an den Tag bringen würden; gegenwärtig aber müssen wir uns damit begnügen, in dieser Gruppe zu unterscheiden zwischen dem Fett der Rauhfutterstoffe, dem der fettreichen Körnerarten und Abfälle, und den zwischen diesen beiden Klassen liegenden Futterstoffen mittleren Fettgehaltes. Selbst diese Trennung könnte füglich unterbleiben.

Was im vorstehenden über die Wirkung der Nährstoffe der verschiedenen Futtermittel angegeben worden ist, bezieht sich in erster Linie auf die Verhältnisse des erwachsenen **Wiederkäuers** bei der Mast. Wir werden aber Gelegenheit haben, zu zeigen, daß manches, was von Tieren dieser Art gilt, auch bei anderen Nutzungseinrichtungen, insonderheit bei der Kraft- und Milchproduktion eine Parallele findet. Selbstverständlich wird überall da, wo nicht hauptsächlich Fett, sondern auch Eiweiß in der Form von Fleisch oder Milch erzeugt werden soll, **neben dem Fettbildungsvermögen auch der Gehalt der Futtermittel an verdaulichem Eiweiß als gleichwichtiger Faktor** Berücksichtigung finden müssen. Diese beiden Faktoren aber sind ausreichend, den Wert eines Futtermittels für jegliche Produktionsrichtung zu erfassen.

g) Der Umsatz und Ansatz von Mineralstoffen.

Sämtliche Gebilde des Tierkörpers hinterlassen beim Verbrennen eine Asche, deren Zusammensetzung je nach der Art der Organe verschieden ist. Gleichnamige Organe verschiedener Tiere enthalten aber die einzelnen Aschenbestandteile in annähernd gleichen Mengenverhältnissen. Erfahren nun die Organe bei reichlicher Nahrung eine Zunahme, so wird in der **neugebildeten Körpersubstanz** auch eine entsprechende Menge Mineralstoffe fixiert und zurückbehalten. So sah **C. Voit**[1]), daß bei einem Ansatz von Fleisch in den Ausscheidungen stets eine

[1]) Zeitschrift für Biologie 2. Bd., 1866, S. 53 und 240.

diesem Ansatz entsprechende Menge Asche fehlte, und E. Bischoff[1]) fand, daß bei verschiedener Ernährung die Phosphorsäure-Ausscheidung fiel oder stieg, je nachdem Fleisch zugesetzt wurde oder zu Verlust ging. Es ist hiernach klar, daß noch wachsende Tiere zur Ausbildung ihrer Organe, namentlich der aschereichen Knochen, einer angemessenen Mineralstoffzufuhr bedürfen.

Es ist aber weiter nicht bloß das Organwachstum, welches die Zufuhr gewisser Mineralsubstanzen erfordert, sondern es sind auch die gewöhnlichen Vorgänge der Verdauung und des Stoffumsatzes mit einem Verbrauch anorganischer Stoffe verbunden. Zwar ist der tierische Organismus in seiner Vollkommenheit auch hier befähigt, manche dieser Stoffe immer und immer wieder für dieselben Funktionen zu benützen und nach der Erfüllung ihrer Aufgabe wieder in den Kreislauf zu ziehen; indessen geht es dabei trotz dieser haushälterischen Sparsamkeit nicht immer ohne jeden Verlust ab. Während z. B. das Chlor nach Bidder und Schmidt[2]) selbst bei vollständiger Nahrungsentziehung vom Körper so festgehalten wird, daß zu einer Zeit, wo noch reichliche Mengen davon in den Säften vorhanden sind, dennoch nichts im Harn zu Verluste geht, findet man bei gleichen Tieren bis zum Hungertode stets Phosphorsäure im Harn. Dasselbe ist der Fall bei Verabreichung einer nur aus organischen Stoffen bestehenden, mineralstoffarmen, aber an Eiweiß und Fett reichen Nahrung, die den Energiebedarf des Körpers nach jeder Richtung hin deckt. Auch hier findet eine andauernde Ausscheidung von Mineralstoffen statt, welche zu einer Verarmung des Körpers führt. Untersuchungen hierüber, welche zuerst von J. Forster[3]) angestellt wurden, ergaben, daß ein mit extrahiertem Fleisch, Fett und Stärke gefütterter 32 kg schwerer Hund bei einer täglichen Einnahme von rund 1 g Phosphorsäure 26 Tage hindurch täglich im Harn und Kot rund 2 g Phosphorsäure ausgab, ohne daß gegen das Ende des Versuchs sich eine augenfällige Verminderung im Phosphorsäuregehalt der Organe bemerkbar gemacht hätte. Die gleiche Tatsache trat in einem Versuch von A. Köhler[4]) mit Lämmern zutage, welche in ihrem aus Haferstroh, getrockneter Getreideschlempe, Kleber, Stärke und Zucker bestehenden Futter täglich pro Kopf die nicht unbeträchtliche Menge von

3,80 g Phosphorsäure und 1,90 g Kalk

aufnahmen, dabei aber durch die Ausscheidungen im Kot und Harn noch einen Verlust von

0,45 g Phosphorsäure und 1,20 g Kalk

erlitten, trotzdem sie täglich pro Kopf 2,72 g Stickstoff in der Form von Fleisch und Wolle ansetzten. Von den Mineralstoffen, welche bei den Vorgängen der Verdauung und Stoffumwandlung eine Rolle spielen, geht also beständig ein Teil zu Verlust, und es ist daher erklärlich, daß ernste Störungen auftreten müssen, wenn die Verarmung des Körpers einen gewissen Grad erreicht hat.

---

[1]) Zeitschrift für Biologie 3. Bd., 1867, S. 309.

[2]) Die Verdauungssäfte und der Stoffwechsel 1852, S. 312.

[3]) Zeitschrift für Biologie 9. Bd., 1873, S. 273.

[4]) Arbeiten der Versuchsstation Möckern, Landw. Versuchsstationen 61. Bd., 1905, S. 451.

Forster fand, daß nach der Verabreichung mineralstoffarmer Nahrung an erwachsene Hunde und Tauben die Prozesse des Stoffwechsels, Zerfall und Zersetzung im Körper bis zum Tode der Tiere in derselben Weise verlaufen, wie bei einem Futter, das neben den übrigen Stoffen auch die Aschenbestandteile enthält, daß jedoch allmählich Störungen in den Funktionen der Organe auftreten, welche schließlich einesteils die Umänderung der Nahrungsstoffe in resorbierbare Formen und somit den Ersatz des zersetzten Körpermaterials verhindern, andernteils aber durch die Unterdrückung lebenswichtiger Prozesse den Untergang des Organismus herbeiführen, bevor noch die Unmöglichkeit einer dauernden Nahrungsaufnahme Verfall und Tod nach sich zieht. An dem Entzuge der Mineralstoffe leiden zuerst in bemerkbarer Weise die nervösen Zentralorgane; es stellt sich eine große Schwäche der Extremitäten, Muskelzittern, Krämpfe und hohe Erregbarkeit ein, und die Tiere sterben in der Regel früher, als wenn ihnen überhaupt keine Nahrung gereicht wird.[1])

Unter praktischen Verhältnissen dürfte wohl sehr selten die Mineralstoffzufuhr eine so geringe sein, daß es zu derartig schweren Störungen kommt; im allgemeinen bleibt es bei Teilerscheinungen, welche, wie noch ausgeführt werden soll, das Knochengerüst als mineralstoffreichste Substanz in erster Linie betreffen. Bei überflüssigem Gehalte des Futters an Mineralstoffen, welcher die Regel bildet, wird alles, was davon nicht zum Ansatz dient, im Kot und Harn wieder aus dem Körper entfernt. Dabei ist die Verteilung der Mineralstoffe auf diese beiden Ausscheidungswege bei verschiedener Ernährung eine ziemlich wechselnde. Je nach der Reaktion der Asche des Gesamtfutters treten einzelne anorganische Stoffe, wie Phosphorsäure, Kalk und Magnesia, bald im Kote, bald im Harne aus. Hat die Gesamtasche des Futters eine saure Reaktion, wie bei ausschließlicher Verabreichung von Fleisch oder Milch, so ist auch der Harn sauer und enthält viel Phosphorsäure neben ziemlichen Mengen Kalk und Magnesia; umgekehrt gehen von den genannten Stoffen bei basischer Beschaffenheit der Futterasche nur sehr geringe Beträge in den Harn, die Hauptmasse vielmehr in den Kot über. Grüne Gewächse und Pflanzenteile, Wurzeln und Knollen liefern eine basische, Fleisch, Milch, Halmstroh, viele Körner und Ölkuchen-Arten dagegen eine saure Asche, und da in dem Futter der landwirtschaftlichen Nutztiere die erstgenannten Futterarten zumeist überwiegen, so ist auch der Harn der Wiederkäuer in der Regel alkalisch und arm an Phosphorsäure, Kalk und Magnesia, während beim Fleischfresser oder saugendem Tiere die entgegengesetzten Verhältnisse zu beobachten sind.

Um ein ungefähres Bild davon zu geben, wie sich bei erwachsenen Tieren unter gewöhnlichen Ernährungsbedingungen die Ausscheidung der Mineralstoffe verteilt, führen wir in folgendem einige Zahlen an, welche angeben, wieviel

---

[1]) Nach N. Lunin (Zeitschrift für physiol. Chemie 5. Bd., 1881, S. 31) soll die Ursache des raschen Todes darin zu suchen sein, daß die aus zerfallendem Nahrungseiweiß stammende Schwefelsäure den tierischen Säften Basen entzieht und das Mineralstoffgleichgewicht stört. Zufuhr von Soda usw. verzögert unter gleichen Verhältnissen den Eintritt des Todes. Vgl. auch A. Morgen u. C. Beger, ebendaselbst 94. Bd., 1915, S. 324.

von 100 Teilen der einzelnen anorganischen Bestandteile des Futters in den Kot übergeht.

	Hammel[1]		Pferd[2]		Schwein[3]
	Wiesenheu	Grünklee	Wiesenheu	Kleeheu	
Kali	2,9	3,3	32,9	29,5	11,7
Natron	—	—	54,6	100	27,2
Kalk	94,7	95,3	33,1	46,5	66,7
Magnesia	70,7	70,3	72,4	67,5	55,4
Phosphorsäure	79,5	84,4	116,4	101,6	42,7
Chlor	7,3	49,1	11,1	13,7	4,2
Gesamtasche	52,6	51,1	62,8	55,2	—

Im Vergleich zum Wiederkäuer scheidet also das Pferd bei annähernd gleichem Futter im Kot wesentlich mehr Alkalien, dagegen viel weniger Kalk aus; der Harn der letztgenannten Tiergattung enthält in der Regel sehr viel mehr Kalk (an Kohlensäure gebunden) als der des Rindes oder Schafes. Das Schwein führt im Kote zumeist weniger Phosphorsäure aus, als alle übrigen landwirtschaftlichen Nutztiere; dafür enthält der Harn reichlichere Mengen davon.

Über die physiologische Rolle, welche den einzelnen Mineralstoffen im Tierkörper zufällt, wissen wir leider nur wenig. Wir stellen das Wesentlichste hierüber in folgendem zusammen.

a) Alkalien. Unter diesen sind sowohl Kali als Natron regelmäßige und notwendige Bestandteile des Tierleibes. Während sich aber das Kali vornehmlich in den Zellgebilden, so im blutfreien Muskel und in den Blutkörperchen vorfindet, herrscht das Natron in den Säften, besonders im Blutplasma, in der Lymphe, im Speichel, Magensaft usw. vor. Über die Bedeutung des Kaliums in den Geweben ist nichts sicheres bekannt, dagegen wissen wir etwas mehr über das Natrium, welches, hauptsächlich an Chlor gebunden, in der Form von Kochsalz zur Aufnahme und Wirkung gelangt. Man hat Andeutungen dafür, daß dieses eine zu große Quellung der Zellen und Gewebe verhütet, durch Unterstützung der osmotischen Vorgänge den Durchgang von Stofflösungen durch die organisierten Gebilde begünstigt, sowie gewisse Eiweißstoffe (Globuline) zu lösen vermag und endlich das Material für die Salzsäure und das Natron mancher Verdauungssäfte liefert.

Entzieht man einem Tier das Kochsalz vollständig, so scheidet es anfänglich mehr davon aus, als es einnimmt, bald aber werden die Exkrete fast vollständig chlorfrei, und selbst bei andauernder Zufuhr chlornatriumfreier Nahrung bleibt der Kochsalzgehalt des Blutes ziemlich unverändert,[4] ein Beweis dafür, daß

[1] E. Wolff, Die landw. Versuchsstationen 1870, S. 88.

[2] Derselbe, Landw. Jahrb. 13. Jahrg. 1884, S. 284.

[3] E. Heiden, Beiträge zur Ernährung des Schweines 2. Heft, 1877, S. 39. — Das Futter bestand aus Erbsen, Kartoffeln und saurer Milch.

[4] E. Klein u. E. Versen, Sitzungsberichte der Wiener Akad., math.-physik. Kl. IV, 1867, S. 627; Schenk, Anat.-physiol. Untersuchungen 1872, S. 19; J. Forster, Zeitschrift für Biologie 9. Bd., 1873, S. 309.

dieser so fest gehaltene Bestandteil des Blutes notwendig ist für den Organbestand und die Vorgänge im Körper. Wenn man dies mit der sehr auffallenden Tatsache zusammenhält, daß der Mensch und viele Tiere unter allen anorganischen Bestandteilen des Körpers nur den einen — das Kochsalz, der anorganischen Natur entnehmen und sich bezüglich aller übrigen mit dem Gehalt der gewöhnlichen Nahrungsmittel genügen lassen, so muß man schließen, daß das Kochsalz besondere und ausgedehnte Funktionen zu verrichten hat. Im Verfolg dieses Gedankens kam G. Bunge[1]) zu der Vermutung, daß der Kalireichtum der Pflanzennahrung die Ursache des hohen Kochsalzbedürfnisses sei. „Wenn nämlich ein Kalisalz, z. B. kohlensaures Kali in wässeriger Lösung mit dem Chlornatrium zusammentrifft, so findet eine teilweise Umsetzung statt; es bildet sich Chlorkalium und kohlensaures Natron. Nun ist bekanntlich das Chlornatrium der Hauptbestandteil unter den anorganischen Salzen des Blutplasmas. Wenn also Kalisalze durch Resorption der Nahrung in das Blut gelangen, so erfolgt auch dort jene Umsetzung. Es bildet sich Chlorkalium und das Natronsalz der Säure, die an das Kali gebunden war. Statt des Chlornatriums enthält das Blut jetzt ein anderes, seiner normalen Zusammensetzung nicht angehöriges Natronsalz. Es ist ein fremder Bestandteil oder ein Überschuß eines normalen Bestandteils — z. B. kohlensaures Natron — im Blute aufgetreten. Die Niere aber hat die Funktion, die Zusammensetzung des Blutes konstant zu erhalten, also jeden abnormen Bestandteil und jeden Überschuß eines normalen zu eliminieren. Deshalb wird das gebildete Natronsalz zugleich mit dem Chlorkalium durch die Niere ausgeschieden, und das Blut ist an Chlor und Natron ärmer geworden. Dem Organismus ist also durch Zufuhr von Kalisalzen Kochsalz entzogen worden. Dieser Verlust kann nur durch Wiederersetzung von außen gedeckt werden. Es erklärt sich daraus, daß Tiere, die von kalireicher Nahrung leben, ein Bedürfnis nach Kochsalz haben." Die Richtigkeit dieser Ansicht wurde von Bunge an sich selbst experimentell erhärtet. Er nahm an einem Tage 18 g Kali als phosphorsaures und zitronensaures Salz ein und fand, daß hierdurch seinem Körper 6 g Kochsalz und außerdem noch 2 g Natron in anderer Form entzogen wurden. Wenn es nun auch noch fraglich ist, ob bei dauernder Zufuhr von Kalisalzen eine wirkliche Verarmung des Blutes an Kochsalz eintritt, so erscheint die eben vorgeführte Hypothese doch im ganzen recht plausibel und erklärt, wie bei Pflanzennahrung, in welcher zumeist sehr große Mengen Kali verzehrt werden, sich ein dringliches Verlangen nach Kochsalz einstellt.

Bei der ausgiebigen Verwendung von Kochsalz in der menschlichen und tierischen Ernährung hat man schon sehr früh vermutet, daß dasselbe die Verdauung und den Stoffverbrauch in günstigem Sinne beeinflussen müsse. Soweit die Verdauung des Futters hierbei in Frage kommt, haben zahlreiche Untersuchungen (S. 60) übereinstimmend gelehrt, daß dieselbe von einer Kochsalzbeigabe weder erhöht noch vermindert wird. Weniger im Einklang miteinander

[1]) Zeitschrift für Biologie 9. Bd., 1873, S. 104 und 10. Bd. 1874, S. 110 und 295; Lehrbuch der physiol. und pathol. Chemie, 1898, S. 101.

befinden sich die Angaben über den Einfluß des Salzes auf den Stoffumsatz, bezw. den Eiweißzerfall. Während die ersten Arbeiten hierüber eine unzweifelhafte Mehrung und Stickstoffausscheidung im Harn nach Kochsalzgenuß erkennen ließen,[1]) beobachteten andere das Gegenteil. Diese Unterschiede scheinen jedoch mit der Wasserausscheidung, welche vom Kochsalz beeinflußt wird, zusammenzuhängen. Da nach Salzverzehr in der Regel das Harnvolumen stark vermehrt wird, so kann ebenso wie nach plötzlich gesteigertem Wassergenuß eine Ausspülung der Gewebe und damit eine raschere Entfernung angesammelter stickstoffhaltiger Zersetzungsprodukte eintreten, welche bei kürzerer Beobachtungsdauer als Steigerung des Eiweißzerfalls gedeutet werden muß. Andrerseits kann, wenn die Flüssigkeitsaufnahme den nach Salzgenuß gesteigerten Wasserverlust im Harn nicht ausreichend deckt, der Körper wasserärmer werden, womit dann indirekt eine wirkliche Erhöhung des Eiweißumsatzes verbunden ist. In beiden Fällen würde nicht die Salzaufnahme selbst, sondern die sie begleitenden Nebenumstände die Ursache des Befundes sein, und es würden hier mittlere Kochsalzgaben ebensogut eine gesteigerte Stickstoffausscheidung zustande bringen können, wie größere. — Wenn nun bei vergleichenden Untersuchungen die Wasserzufuhr von Anbeginn so ausgiebig ist, daß in den Zeiten mit Kochsalzaufnahme weder eine Ausspülung stickstoffhaltiger Zerfallsprodukte, noch eine Verarmung der Gewebe an Wasser stattfinden kann, so tritt die Kochsalzwirkung rein hervor. Es zeigt sich alsdann, daß dieses Salz die Eiweißzersetzung verlangsamt und, in offenbarem Zusammenhange damit, in beschränktem Umfange den Eiweißansatz zu steigern vermag.[2]) — Vor einem Überschuß von Kochsalz hat man sich freilich zu hüten, weil dabei entweder infolge stark gesteigerter Wasseraufnahme die Verdauung leidet (Teil II, Kap. 3) und die Übelstände zu wasserreichen Futters sich bemerkbar machen (S. 185), oder die Gefahr besteht, eine Verarmung der Gewebe an Wasser herbeizuführen und dadurch die eiweißsparende Wirkung des Kochsalzes in das Gegenteil zu verwandeln.

Die gewöhnlichen Futtermittel und das Trinkwasser der landwirtschaftlichen Nutztiere enthalten in der Regel soviel Natrium und Chlor, daß auch dann, wenn kein Kochsalz verabreicht wird, Störungen in den Lebensfunktionen nicht wahrzunehmen sind. Ausgenommen hiervon sind jedoch die weiblichen Tiere während der Laktation, die wegen der Ausfuhr von Chlor in der Milch einer Zugabe von Kochsalz zum Futter bedürfen. Wie S. M. Babcock[3]) in mehreren ausgedehnten Versuchsreihen nachgewiesen hat, zeigen milchende Kühe, wenn ihnen das Kochsalz dauernd entzogen wird, zwar schon nach 2—3 Wochen eine große Gier nach Salz; sie benagen die Krippen und Wände, belecken die Hände und

[1]) C. Voit, Untersuchungen über den Einfluß des Kochsalzes auf den Stoffwechsel 1860, S. 29; H. Weiske, Journal für Landw. 22. Jahrg., 1874, S. 370.

[2]) D. Dubelir, Zeitschrift für Biologie 28. Bd., 1891, S. 237; S. Gabriel, ebenda 29. Bd., 1892, S. 554; W. Straub, ebenda 37. Bd., 1899, S. 527; M. Gruber, ebenda 42. Bd., 1901, S. 425 und C. M. Belli, ebenda 45. Bd., 1903, S. 182.

[3]) 22nd Annual Report of the Agr. Exp. Station of the University of Wisconsin 1905, S. 129.

Kleider des Stallpersonals und verzehren Erde, Straßenschmutz und selbst Pferdedünger, ohne daß sich zunächst ihr Aussehen verändert oder das Lebendgewicht und der Milchertrag abnimmt. Dieser Zustand bleibt je nach der individuellen Beschaffenheit der Tiere 3 Wochen bis über ein Jahr bestehen. In jedem Falle überkommt die Kühe jedoch schließlich ein Schwächezustand, der sich durch mangelhafte Freßlust, glanzlose Augen, struppiges Haar und Aussehen und eine sehr rasche Abnahme des Lebendgewichtes und des Milchertrages kenntlich macht. Wurde in dieser Periode wieder Kochsalz verabreicht, so erholten sich die Tiere verhältnismäßig rasch; in einem Falle wurde Chlorkalium anstatt Kochsalz gegeben und auch hier trat die Genesung ebenso schnell ein, wie nach Kochsalzzufuhr — ein Beweis dafür, daß nicht der Mangel an Natrium, sondern der an Chlor für die Erkrankung verantwortlich zu machen ist. In einigen Fällen führte der durch fortgesetzte Salzentziehung erzeugte Schwächezustand um die Zeit des Kalbens zum Tode der Tiere.

Neben seinen eigentümlichen physiologischen Eigenschaften besitzt das Kochsalz auch die eines Würzestoffs, welcher den Futterverzehr günstig beeinflußt und manche Stoffe verfütterbar macht, die sonst nicht gern verzehrt werden. Dabei regt es die Absonderung der Verdauungsflüssigkeiten an und bringt es durch Konzentrationsveränderungen des Säftestromes zuwege, daß der Stoffkreislauf verstärkt und belebt, und Verdauungsstörungen vermieden werden.

Unter den sonstigen Verbindungen der Alkalien spielen das Kalium- und Natriumphosphat bei den Vorgängen im Tierkörper sicherlich eine große Rolle, denn man findet das erstere Salz in allen organisierten Gebilden, das letztere namentlich im Blute. Da beide selbst bei vollständiger Nahrungsentziehung sehr festgehalten und nur in dem Maße ausgeschieden werden, wie organisiertes Eiweiß zerfällt, so müssen sie als notwendige Bestandteile des Organismus gelten. Ihre physiologischen Funktionen sind im einzelnen nicht bekannt.

b) Kalk, Magnesia und Phosphorsäure sind in der Form von Phosphaten ebenfalls Bestandteile aller tierischen Gewebe. In der Regel herrscht unter den beiden Basen der Kalk vor, nur in den Muskeln ist mehr Magnesia als Kalk enthalten. In weitaus größter Menge sind die alkalischen Erden in den Knochen abgelagert und zwar zum weit überwiegenden Teile als Phosphat, in geringerem Betrage als Karbonat. Ein mangelnder Gehalt der Nahrung an Kalk und Phosphorsäure führt daher bei längerer Dauer gewöhnlich zu einer Erkrankung der Knochen.

Enthält die Nahrung eines ausgewachsenen Tieres ungenügende Mengen an diesen Stoffen, so verliert der Körper, wie wir gesehen haben (S. 174), geringe Mengen davon, indem beständig kleine Beträge Phosphorsäure und Kalk im Harn und Kot ausgeschieden werden. Der Organismus greift unter diesen Umständen das Knochengerüst an, welches bei beständigem Entzug seiner wesentlichsten anorganischen Bestandteile an diesen verarmt und mit der Zeit porös und brüchig wird. Experimentell wurde diese Krankheit der Knochenbrüchigkeit

(Osteoporose) zuerst von Chossat[1]) an Tauben hervorgerufen, welche 10 Monate hindurch mit ausgelaugten Weizenkörnern und destilliertem Wasser ernährt wurden. C. Voit[2]) hat diesen Versuch mit zwei gleichaltrigen ausgewachsenen Tauben wiederholt, von denen die eine ausgelaugte Weizenkörner und destilliertes Wasser, die andere gewöhnliche Weizenkörner mit kalkreichem Trinkwasser und Stückchen von kohlensaurem Kalk erhielt. Die Tiere befanden sich ein Jahr lang in sehr gutem Ernährungszustande und behielten das gleiche Körpergewicht; aber einige Monate später war bei dem ersteren ohne andere Störung und ohne Abmagerung ein Flügelknochen gebrochen, und es zeigten sich bei der Sektion die Merkmale der Knochenbrüchigkeit in hohem Grade. Die Knochen waren zum Teil ganz dünnn geworden, namentlich diejenigen, welche nicht oder in geringerem Grade von den Muskeln bewegt werden; die Bein- und Flügelknochen waren nur wenig leichter geworden, das Brustbein und der Schädel dagegen zu ganz dünnen siebartigen Plättchen zusammengeschrumpft.

Die Knochenbrüchigkeit tritt vereinzelt auch bei landwirtschaftlichen Nutztieren auf. Zumeist hat man, wenn solche Fälle genauer untersucht werden, beobachtet, daß in den verabreichten Futtermitteln ein Mangel an Kalk oder Phosphorsäure oder an beiden Stoffen bestand. So fand Karmrodt[3]) in dem Heu aus Gegenden, in denen diese Krankheit herrschte, in 1000 Teilen lufttrockener Substanz nur 2,25 Teile Phosphorsäure und 6,77 Teile Kalk, wogegen Wiesenheu mittlerer Güte 4,3‰ Phosphorsäure und 9,5‰ Kalk enthält; J. Neßler[4]) konstatierte in 5 Proben Heu; nach dessen Verfütterung die Krankheit aufgetreten war, ein Gehalt an Phosphorsäure von nur 4,9, 3,5, 2,8, 2,66 bezw. 2,79‰; F. Roloff[5]) berichtete über solche Erkrankungen und betrachtete als Ursache derselben die Verabreichung eines Rieselwiesenheues, das nur 2,6‰ Phosphorsäure und 7‰ Kalk enthielt; W. Dirks[6]) untersuchte 3 Proben norwegischen Waldheues aus Gegenden, in denen die Knochenbrüchigkeit stationär ist, und fand darin nur 1,55, 1,43 bezw. 1,29‰ Phosphorsäure und 1,85, 2,79 bezw. 2,78‰ Kalk; und A. Morgen[7]) ermittelte in 2 Proben Wiesenheu, dessen Verfütterung hochgradige Knochenbrüchigkeit zur Folge hatte, einen Gehalt von 2,0 bezw. 2,6‰ Phosphorsäure und 3,7 bezw. 5,7‰ Kalk; auch der Verfasser[8]) fand in den Rauhfutterstoffen eines Distrikts im sächsischen Erzgebirge, wo wiederholt einzelne Wirtschaften von jener Krankheit, in geradezu ruinöser Weise heimgesucht worden waren, in Wiesenheu 2,17 bezw. 2,62, in Ackerheu 2,57, 2,76 bezw. 2,80, in Haferstroh 0,41 bezw. 1,61 in Roggenstroh 0,84‰ Phos-

[1]) Comptes rendus des séances de l'Acad française 14. Bd., 1842, S. 451.

[2]) Bericht der Naturforscherverf. zu München, 1877, S. 243.

[3]) Nach Zeitschrift für Biologie 10. Bd., 1874, S. 413.

[4]) Bericht über Arbeiten der Versuchsstation Karlsruhe 1870, S. 221.

[5]) Archiv für pathol. Anatomie 46. Bd., S. 310.

[6]) Forschungen auf dem Gebiete der Viehhaltung 6. Heft, 1879, S. 274.

[7]) Landw. Versuchsstationen 31. Bd., 1885, S. 204.

[8]) Sächs. landw. Zeitschrift 42. Jahrg. 1894, S. 167; vgl. auch A. Scheunert und Mitarbeiter, Biochem. Zeitschr. 36. Bd., S. 240.

phorsäure gegenüber 2,8 bezw. 2,5 ‰, welche in normalem Hafer- bezw. Roggenstroh gefunden werden.

Häufig tritt die Knochenbrüchigkeit nur in einzelnen Jahren auf, in denen Trockenheit und Dürre die Aufnahme von Kalk und Phosphorsäure durch die Pflanzenwurzeln aus dem Boden erschweren[1]) und die kleeartigen Futtergewächse schlecht gedeihen. Verschiedene Nebenumstände, wozu schlechte Ernährung, Erkältung, saures Futter, Verdauungsstörungen oder abnorme Säurebildung im Magen zu rechnen sind, mögen den Verlauf der Krankheit beschleunigen. Auch sollen Futtermittel, die viel Milchsäure enthalten, wie die eingesäuerten Vegetabilien, einen deutlich lösenden Einfluß auf die Knochen äußern.[2])

Rascher noch, als bei den erwachsenen Tieren, treten nach mangelhafter Kalk- und Phosphorsäurezufuhr krankhafte Erscheinungen an den Knochen bei den jungen, noch wachsenden Tieren auf. Wie F. Roloff[3]) an jungen Hunden und Schweinen und C. Voit[4]) an jungen Hunden gezeigt hat, lassen solche Tiere, welche ein kalkarmes, aber sonst ausreichendes Futter erhalten, in wenigen Wochen Schmerzen bei den Bewegungen, später auch beim Liegen erkennen; die Gelenke an den Extremitäten und die Rippenknorpel schwellen an, die Gliedmaßen und die Wirbelsäule verkrümmen sich, die Zähne bleiben klein und lockern sich, und schließlich können die Tiere nicht mehr gehen. Bei der Untersuchung der Knochen solch jämmerlich verbildeter Tiere stellt sich heraus, daß die normale Verknöcherung fehlt, die Knochen mürbe und zum Teil geknickt sind und die zugewachsenen Partien, namentlich an den Gelenkenden, einen weichen mürben Knorbel aufweisen, in welchen sich Kalkphosphat nur spärlich eingelagert hat. Die Tiere zeigen die Erscheinungen der Knochenweiche (Rhachitis). Je raschwüchsiger und größer die betreffende Rasse, um so früher tritt bei Kalk- und Phosphorsäuremangel diese Krankheit ein. Am häufigsten leiden an derselben unter den landwirtschaftlichen Nutztieren die jungen Schweine, denen in Kartoffeln, Molken und Zerealienkörnern oft nicht genügende Mengen Kalk geboten werden. Weit seltener beobachtet man die Zeichen der Rhachitis bei jungen Rindern, Pferden und Schafen, die in dem ihnen gebotenen Heu und in den dazugegebenen Kraftfutterstoffen zumeist ausreichende Mengen Kalkphosphat aufnehmen. Unter den erwachsenen Tieren sind die tragenden der Knochenbrüchigkeit, welche hier als Folgeerscheinung des Mangels an Kalk und Phosphorsäure an Stelle der Rhachitis auftritt, mehr ausgesetzt, als die Tiere männlichen Geschlechts, weil erstere beträchtliche Mengen in ihrem Fötus ablagern und bei ungenügender Zufuhr in der Nahrung diesen Bedarf ihren Knochen entziehen. Man hat demnach nicht bloß in Gegenden, wo Knochenbrüchigkeit öfters einkehrt, sondern auch ganz im allgemeinen sein Augenmerk bei der Fütterung auf den Gehalt der Futterstoffe an Kalk und Phosphorsäure zu richten. Kalkarm sind vor allem das Stroh und

[1]) J. Fittbogen, Landw. Jahrbücher 2. Bd., 1873, S. 353; C. von Seelhorst, Journal für Landw. 46. Jahrg. 1898, S. 423.

[2]) Siedamgrotzki und Hofmeister, Archiv für Tierheilkunde 1879, S. 243.

[3]) Archiv für Tierheilkunde 1. Bd., S. 189.

[4]) Zeitschrift für Biologie 16. Bd., 1900, S. 70.

die Spreu der Getreidearten, die Getreidekörner und deren Abfälle, wie die Kleien, Futtermehle und Schlempen, die Malzkeime, ferner alle Wurzelgewächse, die Melasse und die Molken; arm an Phosphorsäure sind ebenfalls das Stroh und die Spreu der Getreidearten, die Rübenschnitzel, die Kartoffelpülpe, manche Schlempearten und die Melasse; viel Kalk enthalten dagegen alle kleeartigen Pflanzen, gutes Wiesenheu, viele Leguminosenkörner; viel Phosphorsäure findet sich in den Getreidekörnern und Kleien, den Malzkeimen, Biertrebern, Ölkuchen, Fleisch- und Fischabfällen. Im einzelnen geben hierüber die von E. Wolff[1]) zusammengestellten Analysen Auskunft, mit deren Hilfe man in jedem bestimmten Falle den Gehalt der Futterstoffe zutreffend berechnen kann. Nähere Angaben hierüber finden sich im III. Teile dieses Buches.

Hat man zu besorgen, daß die sonst als zweckmäßig erkannten Rationen den Tieren nicht zureichende Mengen Kalk und Phosphorsäure bieten, so setzt man dem Futter Phosphorsäure und Kalk in Form von feingemahlenen Knochen oder präzipitiertem phosphorsaurem Kalk zu. Vielfach fehlt es aber nur an Kalk, namentlich da, wo kalkarmes (weiches) Trinkwasser benutzt wird. In diesen Fällen genügt die Beigabe von Schlemmkreide. Die während des Krieges mit großer Reklame angepriesene Verfütterung von Chlorkalzium erreicht keine bessere Wirkung, als die Verabfolgung von Schlemmkreide und anderer resorbierbarer Kalkverbindungen, wie Versuche dargetan haben, die G. Fingerling mit wachsenden und A. Morgen[2]) mit Milchtieren ausführte. Bei den Fingerlingschen Untersuchungen lagerten die Tiere gleiche Kalkmengen im Organismus ab, einerlei ob der Kalk in Form von Schlemmkreide, Chlorkalzium, Mono-, Di- oder Trikalziumphosphat gegeben wurde und bei den Versuchen A. Morgens zeigten sich keine Unterschiede in den bei Verfütterung von Kalziumkarbonat und Kalziumchlorid erzielten Milcherträgen. Zu demselben Ergebnis kam Richardsen[3]) bei seinen Fütterungsversuchen mit Jungvieh und Kühen. Wo man kalk- und phosphorsäurereiche Futtermittel verabreicht, ist auch bei wachsenden oder milchgebenden Tieren eine besondere Zugabe von Futterkalk oder Schlemmkreide überflüssig.[4])

Einen besonderen Reiz auf das Wachstum der Knochen, wie auf die gesamte Entwicklung junger Tiere scheint nach übereinstimmenden Berichten verschiedener Forscher das Lecithin (S. 11 und 13) auszuüben, das als Bestandteil der roten Blutkörperchen und der Nervensubstanz jedenfalls eine wichtige physiologische Rolle spielt. W. Danilewsky[5]), welcher die ersten Beobachtungen hierüber anstellte, verabfolgte an 7 von 13 jungen Hunden desselben Wurfes 0,02—0,05 g der genannten phosphorhaltigen Substanz und fand, daß diese Zu-

[1]) Aschenanalysen II. Teil, 1880.

[2]) Landw. Versuchsstationen 94. Bd., 1919, S. 41.

[3]) Deutsche Landw. Presse 45. Jahrg. 1918, Nr. 52 und Deutsche Landw. Tierzucht 1918, Nr. 49 und 50.

[4]) Näheres über die Assimilierbarkeit verschiedener Phosphate findet sich im II. und III. Teil dieses Buches.

[5]) Comptes rendus de l'Acad. des Sciences 1895 vom 30. Dezember und 1896 vom 20. Juli.

gabe zu sonst gleichem Futter eine bedeutende Steigerung der Lebendgewichtszunahme, kräftigeren Bau und zeitigere psychische Entwicklung zur Folge hatte; er wiederholte diese Untersuchungen an Hühnchen und Kaulquappen und hatte auch bei diesen Tieren guten Erfolg. Bestätigt wurden diese Beobachtungen von A. Desgrez und A. Zaki[1]), welche junge Meerschweinchen, Kaninchen und Hunde ebenfalls teils mit, teils ohne Lecithin ernährten. Von zwei demselben Wurf entstammenden, sonst ganz gleich gefütterten Hunden z. B. nahm der eine, welcher täglich 0,10 g Lecithin erhalten hatte, in 9½ Wochen um 1380, der andere ohne Lecithinbeigabe ernährte nur um 300 g zu; das Gewicht des Gehirns betrug am Schluß des Versuchs bei ersterem 49,9, bei letzterem 46,4 g, das des linken Femurknochens 11,0 bezw. 10,3 g; dabei erwiesen sich sowohl das Gehirn als auch die Knochen des Lecithinhundes phosphorsäurereicher als die gleichen Organe des Kontrolltieres. Mit diesem Resultat stimmen eine große Zahl anderer Beobachtungen[2]) darin überein, daß das Lecithin in der Tat eine auffällige Vermehrung der roten Blutkörperchen, rascheres Wachstum der Gewebe namentlich auch der Nerven- und Knochensubstanz vermittelt. Ob diese eigenartige Wirkung nur dem Lecithin zukommt oder ob nicht auch andere organische Phosphorverbindungen, an denen in den Futtermitteln kein Mangel ist (S. 21), oder etwa auch anorganische phosphorsaure Salze dieselben oder ähnlich günstige Wirkungen hervorzurufen vermögen, läßt sich mangels vergleichender Versuche über diese Frage gegenwärtig nicht entscheiden. Daß der tierische Organismus aus anorganischen Phosphaten Lecithin und andere organische Phosphorverbindungen aufzubauen vermag, und daß es somit gelingt, den für die Entwicklung der Tiere notwendigen Bedarf an Phosphorsäure auf diesem Wege zu beschaffen, haben Versuche von G. Fingerling[3]) bewiesen, der Enten mit einer an organischen Phosphorverbindungen armen, aber phosphatreichen Nahrung fütterte. Trotzdem legten die Enten ebensoviele Eier wie normal gefütterte Tiere, und die Eier enthielten den normalen Gehalt an Lecithin und anderen organischen Phosphorverbindungen. Zu ähnlichen Ergebnissen kam Mc. Collum[4]) mit Hühnern.

Unter den Futtermitteln vegetabilischer Natur sind nach Untersuchungen von E. Schulze[5]) besonders reich an Lecithin die Leguminosensamen (Wicken 1,09, Erbsen 1,05, gelbe Lupinen, entschält, 1,64, blaue Lupinen, desgleichen, 2,20%); ärmer daran sind die Getreidekörner und Ölkuchen (Weizen 0,43, Gerste 0,47, Mais 0,25, Leinsamen 0,73, Hanfsamen 0,85, Erdnußkuchen 0,20 bis 0,37, Sesamkuchen 0,49, Leinkuchen 0,44, Kokoskuchen 0,30, Baumwollsaatkuchen 0,49%, alles auf wasserfreie Substanz bezogen).

---

[1]) Comptes rendus de l'Acad. des Sciences 132. Bd., 1901, S. 1512 und 134. Bd., 1902, S. 1166.

[2]) W. Cronheim und E. Möller, Zeitschrift f. diätet. und physik. Therapie 6. Bd., 1902/03, Heft 1 und 2; daselbst findet sich auch ein Verzeichnis der älteren Literatur; B. Slowtzoff, Hofmeisters Beiträge 8. Bd., 1906, S. 370.

[3]) Biochem. Zeitschr. 38. Bd., 1912, S. 448.

[4]) Journ. of Biol. Chem. 13. Bd., 1912, S. 219.

[5]) Landw. Versuchsstationen 49. Bd., 1898, S. 208 und 210.

c) Eisen. — Das Eisen ist für die bluthaltigen Tiere ein unentbehrlicher Nahrungsstoff, indem es sich an der Zusammensetzung des für die Sauerstoffaufnahme so notwendigen roten Blutfarbstoffs beteiligt. Da es bei Hunger dem Verbrauch unterliegt und in den Ausscheidungen auftritt, also am Stoffwechsel beteiligt ist, so muß es in der Nahrung zugeführt werden. Mangelnder Gehalt der Nahrung an Eisen ruft Störungen hervor, die unter der Bezeichnung „Bleichsucht" zusammengefaßt werden. Unter den landwirtschaftlichen Nutztieren treten indessen derartige Krankheitserscheinungen als Folge eines Eisenmangels sehr selten hervor, am ehesten noch bei Schafen und tragenden Tieren. Mit ganz seltenen Ausnahmen enthalten die natürlichen Futtermittel durchweg einen großen Überschuß an diesem Mineralstoff.

h) Der Einfluß des Wassers auf den Stoffumsatz.

Im Haushalte des Tierkörpers spielt das Wasser eine sehr wichtige und vielseitige Rolle. Schon bei der Futteraufnahme fällt ihm die Aufgabe zu, die Kauarbeit zu erleichtern und das Abschlucken der einzelnen Bissen zu ermöglichen. Trockne, unzerkleinerte Futtermittel setzen der Arbeit der Zähne großen Widerstand entgegen, der nur dadurch überwunden werden kann, daß die aufgenommenen Stoffe im Speichel einen Zufluß von Wasser erhalten oder wie beim Wiederkäuer in den Vormägen von den Flüssigkeiten erweicht werden, die aus den Drüsen dieser Futterbehälter abgesondert oder in der Tränke aufgenommen werden. Auch bei der auf den Verzehr folgenden Verdauung und der Resorption der gelösten Stoffe ist die Anwesenheit von Wasser notwendig, einerseits, weil die Verdauungsfermente nur im gelösten Zustande wirken, andrerseits, um die verdauten und gelösten Nährstoffe genügend zu verdünnen. Zu konzentrierte Lösungen treten nämlich nicht in die Gewebe des Magens und Darms ein, sondern entziehen denselben im Gegenteil Wasser und erzeugen starke peristaltische Darmbewegungen, die mit vorzeitiger Ausstoßung des Futterbreies aus dem Verdauungsapparat enden. Es sind dies dieselben Vorgänge, auf denen die Anwendung starker Salzlösungen (Glaubersalz) als Abführmittel beruhen. — Das Wasser dient weiter als Transportmittel für die Nährstoffe in den Blut- und Lymphgefäßen, sowie als Träger der in der ausgeatmeten Luft und im Harn zur Absonderung gelangenden Stoffe. — Es spielt ferner bei der Wärmeregulation eine mächtige Rolle. Indem es bei seinem Übergang in den gasförmigen Zustand eine große Menge Wärme bindet (S. 101), entzieht es bei seiner Verdunstung von der Haut und aus der Lunge dem Leibe jenen Wärmeüberschuß, der bei reichlicher Ernährung immer entsteht und zu einer Überhitzung des Körpers führen würde, wenn nicht genügend Wasser zur Verfügung stände.

Bei dieser Mannigfaltigkeit der Funktionen, die dem Wasser zufallen, ist es verständlich, daß bei mangelhafter Wasserzufuhr allerlei Störungen, sowohl im Stoffwechsel, wie im Allgemeinbefinden der Tiere auftreten. Beobachtungen am Menschen und an verschiedenen Tieren haben gezeigt,[1]) daß bei

[1]) A. Landauer, Ungar. Archiv für Medizin 3. Bd., 1895, S. 136; Fr. Nothwang, Archiv für Hygiene 14. Bd., 1892, S. 272; A. Gürber, Archiv für Anatomie

zu geringer Wasseraufnahme die Magenverdauung und die Resorption verzögert, sowie die stickstoffhaltigen Stoffwechselprodukte infolge ungenügender Ausspülung der Gewebe länger im Körper zurückbehalten werden. Allmählich tritt bei andauerndem Flüssigkeitsmangel eine Eindickung des Blutes um mehrere Prozente und eine Erhöhung der Körpertemperatur ein. Infolge dieses fieberähnlichen Zustandes steigert sich die Eiweiß- und Fettzersetzung, was solange anhält, bis bei nachfolgender genügender Wasseraufnahme sich der normale Wassergehalt des Körpers wieder hergestellt hat. Junge, noch im Wachstum befindliche Tiere werden bereits durch eine sehr mäßige Wasserentziehung, sogar schon durch eine ungleichmäßige Versorgung mit Wasser im Wachstum und in der Entwicklung geschädigt. Bleibt die den Tieren zur Verfügung stehende Flüssigkeitsmenge dauernd ungenügend, so stellt sich mit steigendem Durstgefühl Widerwille gegen die Aufnahme fester Nahrung und häufiges Erbrechen, sowie starke Diarrhöe ein — letztere namentlich dann, wenn nach längeren Durstperioden wieder Wasser gegeben wird. Vollständige Nahrungsentziehung wird aus allen diesen Gründen länger ertragen, als vollständige Wasserentziehung.

Eine übermäßige Wasseraufnahme ist, sobald man das Tier nicht durch sehr wässeriges Futter oder durch hohe Salz- oder Melassegaben zu einer solchen zwingt, nicht zu befürchten, vielmehr wird bei gewöhnlicher Ernährung, bei welcher dem Tiere gestattet ist, Tränkwasser nach Belieben aufzunehmen, je nach der Beschaffenheit des Futters auf ein Teil Futtertrockensubstanz immer eine ziemlich gleichbleibende Menge Wasser verzehrt und nur soviel aufgenommen, als zur Ergänzung dessen dient, was in den verabreichten festen oder flüssigen Futterstoffen noch fehlt. Man hat gefunden, daß auf 1 kg Futtertrockensubstanz im Durchschnitt an Wasser aufgenommen wird von Schweinen 7—8, von Kühen 4 bis 6, von Ochsen 4—5, von Pferden und Schafen 2—3 kg. Selbstverständlich spielt hierbei die Temperatur der Umgebung mit. Ist letztere hoch, so befinden sich die Tiere zumeist im Zustande der physikalischen Wärmeregulation, in welchem sie, um die überschüssige Wärme los zu werden, viel Wasser verdunsten und eines Ersatzes für diesen Verlust bedürfen (S. 101), und umgekehrt werden sie bei niedriger Temperatur und schwacher Fütterung, wobei sie mit der aus der Nahrung stammenden Wärme haushälterisch umgehen müssen, weniger Wasser gebrauchen.

Ein den Bedarf dauernd überschreitender Wassergenuß führt allmählich zu einer starken Flüssigkeitsansammlung in den Geweben, die dadurch schlaffer, gedunsener erscheinen; es wird durch ein Übermaß der Wasserzufuhr die Verdauung herabgesetzt, wie wir (Teil II, Kap. 3) noch darzulegen haben werden. Ein Mehrverbrauch an Energie scheint mit dem Durchgang des Wassers durch den Körper aber nicht verbunden zu sein; wenigstens war Rubner[1]) nicht imstande,

und Physiol. 1889, S. 94; Cerny, Archiv für exp. Pathol. 34. Bd., 1894, S. 268; A. Dennig, Zeitschrift für diät. und physikal. Therapie 1. Bd., 1894, S. 281; W. Straub, Zeitschrift für Biologie 38. Bd., 1899, S. 537; A. Spiegler, ebenda 41. Bd., 1901, S. 239.

[1]) Gesetze des Energieverbrauchs 1903, S. 62.

eine Steigerung nachzuweisen, als er einem hungernden Hunde **mäßige** Mengen blutwarmes Wassers mittels Schlundsonde in den Magen einführte. Man sollte sonst vermuten, daß zur Bewegung des Wassers durch die Gewebe ein Kraftaufwand erforderlich sei, der irgendwoher gedeckt werden müßte. Auch die früher vielfach vertretene Ansicht,[1]) daß mit steigender Aufnahme von Wasser der Eiweißumsatz eine Erhöhung erfahre, hat sich neuerdings nicht bestätigt.[2]) Unmittelbar nach erhöhtem Wassergenuß beobachtet man zwar eine Zeitlang eine erhöhte Stickstoffausscheidung im Harn, indessen ist diese lediglich auf eine stärkere Ausspülung der Gewebe und damit verbundene raschere Entfernung stickstoffhaltiger Zerfallsprodukte zurückzuführen, da bei andauernder Erhöhung des Wassergenusses die Stickstoffausscheidung im Harn wieder zur Norm zurückkehrt. Merkwürdigerweise soll nach einer von H. Weiske[3]) ausgesprochenen Behauptung das Vegetationswasser im Grünfutter weniger nachteilig auf den Eiweißansatz einwirken, wie das Tränkwasser. Ein Unterschied zwischen dem Stoffverbrauch bei Grünfutter und aus diesem ohne mechanischen Verlust hergestelltem Dürrfutter kann jedoch einerseits auf die geringere Kauarbeit zurückgeführt werden, welche die wasserdurchtränkten grünen Pflanzen im Vergleich zum Heu verursachen, andrerseits aber auch dem Verlust an stickstofffreien Nährstoffen zuzuschreiben sein, den grüne Pflanzen infolge ihrer Atmung bei langsamem Trocknen erleiden.[4]) (S. Teil II, Kap. 2, Dürrheubereitung.)

Je nach seiner Temperatur erfordert das Tränkwasser nach seinem Eintritt in den Körper mehr oder weniger Wärme, um auf Bluttemperatur gebracht zu werden. Nehmen wir an, ein Rind konsumiere täglich 50 kg Wasser, das eine Mal von 5, das andere Mal von 15° C.; um dieses Quantum auf eine Körpertemperatur von 39° C. zu bringen, wären im ersten Falle 1700 Cal, im letzteren 1200 Cal erforderlich, zu deren Erzeugung 452 bezw. 319 g stickstofffreie Extraktstoffe (1 g = 3,76 Cal) verbrannt werden müßten. Wenn man nun bedenkt, daß

---

[1]) C. Voit, Untersuchungen über den Einfluß des Kochsalzes 1860, S. 61; J. Forster, Zeitschrift für Biologie 14. Bd., 1878, S. 175; W. Henneberg, Neue Beiträge usw. 1871, S. 395; Stohmann, Biol. Studien 1873, S. 137.

[2]) Oppenheim, Archiv für die ges. Physiol. 22. Bd., 1880, S. 49; R. O. Neumann, Archiv für Hygiene 36. Bd., 1899, S. 249; E. Heilner, Zeitschrift f. Biologie 48. Bd., 1906, S. 144 und 50. Bd., 1908, S. 476.

[3]) Journal für Landwirtschaft 25. Jahrg. 1877, S. 192 und 207.

[4]) In den beiden Versuchen Weiskes war stets zuerst eine längere Zeit Grünfutter, darnach das entsprechende Trockenfutter verabreicht und in beiden Fällen den Tieren (Hammeln) eine sehr große Menge verdauliche Stickstoffsubstanz (= 20 bis 27 g Stickstoff) zugeführt worden. Da, wie S. 118 dargelegt, ausgewachsene Tiere sich in kürzerer oder längerer Zeit mit der Eiweißzufuhr ins Gleichgewicht setzen, und dabei der Eiweißansatz im Körper namentlich bei hohen Eiweißgaben rasch sinkt, so ist es durchaus verständlich, daß in den 2. Perioden mit Trockenfutter weniger Eiweiß angesetzt wurde, wie in den 1. Perioden mit Grünfutter. Dasselbe wäre unbedingt auch eingetreten, wenn man in beiden Perioden nur ein und dasselbe Trockenfutter verabfolgt hätte. Eine günstige Wirkung des Vegetationswassers ist hiernach durch diese Versuche keinesfalls bewiesen.

ein Rind von durchschnittlich 500 kg Lebendgewicht an Energie täglich im ganzen nur 11500 Cal verbraucht, so erkennt man, daß infolge des Wasserverzehrs ein ganz erheblicher Teil der in der Nahrung eingeführten Energie vernichtet werden kann, im ersteren Falle nämlich 14,4, im letzteren 10,8% des gesamten für die Lebenserhaltung nötigen Bedarfs. Bei den reichlich gefütterten, der Milchproduktion dienenden oder zur Mast aufgestellten Wiederkäuern freilich, die über einen großen Überschuß an thermischer Energie verfügen, wird die Erwärmung normal temperierten Tränkwassers im Leibe zum großen Teil aus der eben genannten Quelle gedeckt werden und keinen wesentlich verstärkten Stoffverbrauch bedingen; bei den mit bloßem Erhaltungsfutter ernährten Tieren aber und bei Schweinen, die, wie wir gesehen haben, nach der Natur ihres Futters und Verdauungsapparates weniger thermische Energie erzeugen, kann der Verzehr kalten Wassers einen nicht unbeträchtlichen Teil des Futters der Verbrennung überliefern und unproduktiv machen. Selbst bei dem reichlich gefütterten Wiederkäuer kommt es darauf an, ob das Tränkwasser in einzelnen mehr verteilten, kleineren Portionen, oder in großen Massen nur nach den 2 oder 3 Mahlzeiten genossen wird. Bei plötzlichem Eintritt von 10—20 kg kaltem Wasser in den Magen reicht nämlich die im Augenblick verfügbare thermische Energie, die ja vom Tiere fortwährend ausgestrahlt wird, zur Erwärmung dieser Wassermasse sicher nicht aus, es wird daher die Oxydation verwertbarer Nahrungsmasse angefacht, und der Produktion von Fleisch, Fett oder Milch Material entzogen. Die Gepflogenheit, namentlich an Schweine und Kühe einen Teil des Futters in warmer Tränke zu reichen, findet somit volle Rechtfertigung, ebenso auch die zunehmende Einführung von Selbsttränke-Einrichtungen, welche temperiertes Wasser liefern und einen portionenweisen Wasserverzehr gestatten. Eine gewisse anregende Frische soll das Tränkwasser haben und etwa 10—15° C. warm sein. Kälteres Wasser wie *kaltes Futter* erniedrigen nicht bloß die Produktion, sondern bergen bekanntlich auch Gefahren für die Gesundheit der Tiere.

Was nun die *Beschaffenheit* anbetrifft, welche das Tränkwasser haben soll, so gilt für das Tier im allgemeinen dasselbe, wie für den Menschen. Gutes Wasser soll farb- und geruchlos sein und einen angenehmen, erfrischenden Geschmack besitzen. Vor allem hat man darauf zu achten, daß die Brunnen nicht mit Oberflächen-Wasser, Jauche oder Abwässern von Fabriken verunreinigt sind, was sich gewöhnlich durch die Anwesenheit von Ammoniak, salpetriger Säure, größeren Mengen Salpetersäure und Kochsalz, organischer Substanz, auch aus dem Verhältnis des Kali- zum Natrongehalte zu erkennen gibt. Trägt der Viehhalter dafür Sorge, daß die Brunnen nicht in der Nähe der Düngerstätte oder von Senkgruben angelegt und gegen die oberen Erdschichten dicht abgeschlossen werden, so hat er in der Regel alles getan, was notwendig ist. Zwar ziehen alle Nutztiere weiches, fließendes oder stehendes Wasser einem harten Brunnenwasser vor, sie gewöhnen sich jedoch auch an außergewöhnlich hartes Wasser und zeigen zumeist nur in der Zeit des Überganges zu diesem leichtere Verdauungsstörungen, während nach erfolgter Gewöhnung unmittelbar nachteilige Folgen nicht beobachtet worden sind. Am empfindlichsten gegen Tränkwasser von mangel-

hafter Beschaffenheit ist das Pferd und das Schaf, während das Rind und das Schwein in dieser Hinsicht weniger anspruchsvoll sind. Da mit unreinem Wasser auch Krankheitserreger in den Körper gelangen können, so gilt es indessen gleichmäßig für alle Tiere, daß eine gesunde Tränke das Gedeihen sichert.

Fünftes Kapitel.

Die Verwertung der Nahrung. — Der Einfluß der Muskelarbeit auf den Stoff- und Energie-Verbrauch.

1. Die Quellen der Muskelarbeit.

Es ist seit langem bekannt, daß die Muskelarbeit den Stoffverbrauch erhöht. Schon Ende des 17. Jahrhunderts wies Lavoisier[1]) nach, daß der menschliche Organismus bei Arbeit mehr denn doppelt soviel Sauerstoff aufnimmt und verbraucht als bei Ruhe, und Vierordt[2]), sowie Scharling[3]) taten später dar, daß die körperliche Arbeit mit einer vermehrten Kohlensäureausgabe verbunden ist. Damit war gezeigt, daß die mechanischen Leistungen der Muskeln in ursächlichem Zusammenhange mit dem Stoffumsatz im Körper stehen. Welcher Art indessen das Material ist, das hierbei unter Sauerstoffaufnahme Kohlensäure liefert, blieb noch lange Zeit hindurch Gegenstand emsiger Forschung. In Verkennung der großen Vollkommenheit des tierischen Organismus und der Vielseitigkeit, in welcher er den an ihn herantretenden Anforderungen zu entsprechen vermag, verfuhr man in der Fragestellung sehr einseitig, indem man von vornherein davon ausging, daß entweder in den Eiweißstoffen oder in den stickstofffreien Substanzen (Kohlenhydraten und Fett) die Quelle der Muskelarbeit zu suchen sei. Die nächstliegende Annahme, daß der Hauptbestandteil der Muskeln selbst, das Eiweiß, das Material für die Erzeugung von Kraft sei, fand in J. von Liebig einen ebenso zähen Verteidiger wie die entgegengesetzte Ansicht von anderer Seite hartnäckig festgehalten wurde.

1. Das Eiweiß als Quelle der Muskelkraft. — Die ersten eingehenden Untersuchungen über den Eiweißverbrauch bei Arbeit rühren von C. Voit[4]) her, welcher einen 32 kg schweren jungen, nicht fetten Hund während des Hungerns und im Stickstoffgleichgewicht mit 1500 g reinem Fleisch,

---

[1]) Memoires de l'acad. des sciences 1789, S. 185.

[2]) Wagners Handwörterbuch der Physiol. II, 1884, S. 828.

[3]) Annalen der Chem. und Pharm. 45. Bd., 1843, S. 214.

[4]) Untersuchungen über den Einfluß des Kochsalzes, des Kaffees und der Muskelbewegung auf den Stoffwechsel, 1860.

in einem Tretrade arbeiten ließ und hierbei, sowie an den arbeitsfreien Tagen die tägliche Harnstoffausscheidung ermittelte. Für dieselbe wurde gefunden in Gramm:

1. Versuch, Hunger		2. Versuch, Hunger			3. Versuch, Fleisch			4. Versuch, Fleisch	
Ruhe	Arbeit	Ruhe	Arbeit	Ruhe	Ruhe	Arbeit	Ruhe	Arbeit	Ruhe
14,3	16,6	11,9	12,3	10,9	109,8	117,2	109,9	114,1	110,6

Spätere Beobachtungen desselben Verfassers[1]) an einem großen älteren und fettreichen hungernden Hunde, der in gleicher Weise, aber sehr angestrengt stets 8 Stunden im Tretrade arbeiten mußte, ergaben an täglich ausgeschiedenem Harnstoff in Gramm:

1. Versuch				2. Versuch				
Ruhe	Ruhe	Arbeit	Ruhe	Ruhe	Ruhe	Arbeit	Ruhe	Ruhe
15,4	15,4	15,8	13,9	11,6	11,2	11,6	12,5	11,8

Hiernach findet bei Hunger infolge der Arbeitsleistung eine nur geringe Mehrung der Harnstoffausgabe statt, die bei dem jüngeren fettarmen Hunde 0,9—2,3 oder 8—16%, bei dem älteren fetteren Tiere dagegen nur 0,1—1,2 g oder 1—8% betrug; bei Fleischzufuhr war die Steigerung etwas größer, sie stellte sich auf 4—7 g bezw. 3—7%.

Noch eine andere Reihe von Untersuchungen führte C. Voit in Gemeinschaft mit M. Pettenkofer[2]) mit einem kräftigen Arbeiter aus, welcher an den Arbeitstagen ein schweres, mit Bremse versehenes Rad 9 Stunden lang drehte und nach solcher anstrengenden Leistung starke Ermüdung fühlte. Der Versuch wurde sowohl bei Hunger als auch bei genau zugemessener Nahrungsaufnahme durchgeführt und dabei der Respirationsapparat benützt, wobei sich folgendes ergab:

Zahl der Versuche	Stickstoff im Harn	Kohlensäure in der Atmung	Sauerstoff aufgenommeu	Wasserausscheidung im Harn	Wasserausscheidung durch Haut und Lunge
	g	g	g	g	g
Hunger					
2 Ruhe	12,4	716	762	1006	821
1 Arbeit	12,3	1187	1072	746	1777
Mittlere Kost					
3 Ruhe	17,0	928	832	1218	931
2 Arbeit	17,3	1209	981	1155	1727

Auch hier ist ein nennenswerter Mehrverbrauch an Eiweiß während der Arbeitstage nicht zu erkennen; die Stickstoffausscheidung änderte sich nicht, und es blieb auch die Menge des Schwefels und der Phosphorsäure im Harn unverändert.

Gegen diesen Befund wäre noch einzuwenden gewesen, daß vielleicht während

---

[1]) Zeitschr. für Biologie 2. Bd., 1866, S. 339.

[2]) Ebenda 1866, S. 478.

der Arbeitsstunden selbst mehr Eiweiß, aber darnach, in der darauffolgenden Ruhezeit desselben Tages, entsprechend weniger zersetzt worden wäre, wodurch — da es sich um 24stündige Perioden handelte — der Mehrverbrauch hätte verdeckt bzw. kompensiert werden können. Um auch hierüber Klarheit zu erlangen, haben Voit und Pettenkofer bei diesen Versuchen den Harn in 12stündigen Perioden (Tag und Nacht) getrennt analysiert und dabei die nachstehenden Zahlen für die Harnausscheidung erhalten:

		Ganzer Tag g	Tageshälfte g	Nachthälfte g
Hunger	Ruhe	26,8	15,9	10,9
	Arbeit	26,3	14,4	11,9
	Ruhe	25,0	11,9	13,1
Mittlere Kost	Ruhe	37,2	21,5	15,7
	„	35,4	17,8	17,6
	„	37,2	19,2	18,0
	Arbeit	36,3	20,1	16,2
	„	37,3	18,9	18,4

Die Versuchsreihe bei Hunger läßt mit aller wünschenswerten Schärfe erkennen, daß infolge der Arbeitsleistung auch nicht vorübergehend mehr Eiweiß zerfällt als bei Ruhe. Weniger deutlich, aber immer noch scharf genug spricht in gleichem Sinne auch die andere Versuchsreihe, bei der eben zu beachten ist, daß infolge der Nahrungsaufnahme in der Tageshälfte mehr Eiweiß resorbiert und zersetzt worden ist, als während der Ruhestunden in der Nacht.

Bei allen diesen Untersuchungen war also eine nennenswerte Steigerung des Eiweißverbrauchs als Folge der Muskelarbeit nicht wahrzunehmen. Um so auffallender war es, daß spätere Forschungen auf diesem Gebiete[1]) einander ganz entgegenstehende Resultate lieferten, indem infolge von Arbeitsleistung bald eine deutliche Mehrung, bald nicht die geringste Steigerung des Eiweißzerfalls beobachtet wurde. Diese Widersprüche fanden erst eine Erklärung, als der Verfasser[2]) in den Jahren 1877—1878 arbeitende Pferde in längeren Perioden beobachtete und dabei auch die zu leistende Arbeit variierte. In der einen Versuchsreihe (1878) z. B. erhielt ein ca. 500 kg schweres Tier täglich 7,5 kg

---

[1]) A. Fick und J. Wislicenus, Vierteljahrsschrift der naturforsch. Gesellschaft zu Zürich 10. Bd., 1865, S. 317; L. A. Parkes, Proceed of the Royal Soc. 15. Bd., 1867, S. 339, 16. Bd., 1867, S. 44 und 19. Bd., 1871, S. 349; S. Haughton, Med. Times and Gazette 1867, S. 205 und 269; Noyes, Americ. journ. of science 1867, S. 345; Meißner, Zeitschr. für rat. Med. 31. Bd., 1868, S. 283; J. Weigelin, Archiv für Anatomie und Physiologie 1868, S. 207; Engelmann, Archiv für Anatomie und Physiologie 1871, S. 14; F. Schenk, Archiv für exp. Pathol. und Pharm. 2. Bd., 1874, S. 21; A. Flint, Journ. of anat. and physiol. 11. Bd., 1876, S. 109 und 12. Bd., 1877, S. 91; Pavy, Centralblatt für die med. Wissenschaften 1877, Nr. 28; Briefzke, ebenda 1878, S. 382.

[2]) Landw. Jahrbücher 8. Jahrg. 1879, S. 701 und 9. Jahrg. 1880, S. 651.

Wiesenheu und 4 kg Ackerbohnen, ein verhältnismäßig eiweißreiches Futter, aus welchem durchschnittlich pro Tag 5,32 kg organische Substanz mit 1,36 kg Rohprotein verdaut wurde. Bei dieser Ration wurde in einer ersten Periode das Pferd bei schwacher Arbeit solange beobachtet, bis die Stickstoffausscheidung gleichmäßig geworden war; alsdann wurde die Arbeit auf das Dreifache gesteigert, und in einer Schlußperiode die Leistung wiederum auf das anfängliche Maß herabgesetzt. Während dieser ganzen Zeit vom 18. Januar bis 28. April arbeitete das Pferd in einem Bremsgöpelwerk, das so gestellt war, daß in der 1. und 3. Periode täglich 810000, in der 2. Periode 2430000 Kilogrammeter Arbeit einschließlich des Aufwandes für die Fortbewegung des Tieres geleistet wurde.[1]) Die Stickstoffausscheidung im Harn, welche täglich festgestellt wurde, ergab für die einzelnen Versuchsabschnitte folgende Werte:

1. Periode (Dauer 53 Tage) bei einfacher Arbeit.	
Stickstoffausscheidung im Durchschnitt der letzten 14 Tage .	198,6 g
2. Periode (Dauer 24 Tage) bei dreifacher Arbeit.	
18.—24. März	211,3 „
25.—29. „	220,7 „
30. März bis 4. April	229,1 „
5.—10. April	243,3 „
3. Periode (Dauer 18 Tage) bei einfacher Arbeit.	
11.—17. April	200,4 „
18.—24. „	200,7 „
25.—28. „	197,7 „

Man sieht also, daß in der 2. Periode mit der starken Arbeit die Stickstoffausscheidung und damit auch der Eiweißzerfall rasch anstieg, nach Ermäßigung der Anforderung an die Kraftleistung jedoch sofort auf die vorher beobachtete Höhe zurückging. Dabei sank das Lebendgewicht des Pferdes, welches am Schluß der 1. Periode 496,8 kg betrug, bei der starken Arbeit bis auf 458,0 kg, also im ganzen um 38,8 kg.

Die hier beobachtete Zunahme des Stickstoffs im Harn war keinesfalls bedingt durch eine Ausspülung der Gewebe und reichlicheren Übergang von Wasser in den Harn während der starken Arbeit (S. 186), denn eine solche Ausspülung hätte sich ja nur auf bereits vorhandene, früher angesammelte stickstoffhaltige Zersetzungsprodukte erstrecken und nur einige Tage hindurch andauern können; ebenso kann die Abnahme des Körperfettes, welche bei der verstärkten Arbeit sicher stattfand, indirekt — durch Fortfall seiner schützenden Wirkung (S. 139) — die vermehrte Eiweißzersetzung nicht hervorgerufen haben; denn wäre dies der Fall gewesen, so hätte die gesteigerte Stickstoffausfuhr auch in der 3. Periode, in

[1]) Wegen des ruckweisen Zuges, der bei der langsamen Schrittbewegung unvermeidlich war, ließ sich mangels geeigneter Registrierapparate damals die Arbeitsleistung zwar nicht vollkommen, aber doch hinreichend genau feststellen.

welcher der Körper des Versuchstieres ja am fettärmsten war, weiter anhalten müssen. Es könnte endlich noch ein Zustand der Atemnot (Dispnoe), welche den Eiweißzerfall zu steigern geeignet ist, zur Erklärung des obigen Resultats herangezogen werden.[1]) Da jedoch das Pferd die Zugarbeit nur im langsamen Schritt leistete und bei gleicher Arbeit, aber bei reichlicherem Futter (s. w. u.) im Stickstoffgleichgewicht blieb, so fällt auch diese Erklärung fort. Als einziger Grund für die Mehrung des Eiweißverbrauchs bleibt somit die stärkere Muskelarbeit übrig.

Daß die Muskelarbeit zu einem erhöhten Eiweißverbrauch führen kann, ist in einer ganzen Anzahl von Untersuchungen verschiedenster Art beobachtet worden. So führte 1882 North[2]) an sich selbst Versuche in der Weise aus, daß er an einzelnen Tagen eine Last von ca. 15 kg 48—76 km weit trug; diese Leistung führte zu einer deutlichen Steigerung der Stickstoff-Ausscheidung im Harn. Dasselbe beobachteten P. Argutinsky[3]), O. Krummacher[4]), N. Zuntz und Schumburg[5]), sowie W. O. Atwater und Sherman[6]). J. Frentzel[7]), der seine Beobachtungen an Hunden anstellte, verfütterte in einem Versuchsabschnitt nur Fett, in einem zweiten blieb das Tier ohne Nahrung; die Arbeit, welche auf einer Tretbahn geleistet wurde, erhöhte die Stickstoffausscheidung im ersteren Falle um 9, im letzteren um 44%. — E. Pflüger[8]) erhielt einen mageren Hund 9 Monate hindurch mit fast fettfreiem Muskelfleisch und ließ das Tier andauernd eine beträchtliche Zugarbeit leisten; dabei blieb dasselbe in gutem Ernährungs- und Gesundheitszustande. Hier muß also die Muskelkraft in der Hauptsache aus den Eiweißstoffen des Fleisches erzeugt worden sein.

2. Die stickstofffreien Stoffe (Fette und Kohlenhydrate) als Quelle der Muskelkraft. — Sämtliche Untersuchungen, welche bis jetzt über den Gasaustausch arbeitender Tiere ausgeführt worden sind, haben ausnahmslos gezeigt, daß die Muskelarbeit stets mit einer beträchtlichen Vermehrung der Kohlensäureausscheidung verbunden ist,[9]) und zwar auch dann, wenn wie in den (S. 189) bereits beschriebenen Beobachtungen C. Voits und M. Pettenkofers die Eiweißzersetzung durch die Arbeitsleistung nicht geändert wird. Der hungernde Mensch, welcher zu den Untersuchungen der eben genannten Forscher diente, verbrauchte bei Arbeit dieselbe Menge Eiweiß, gab aber 471 g Kohlensäure mehr

---

[1]) S. u. a. C. Voit, Zeitschrift f. Biologie 49. Bd., 1907, S. 1.

[2]) Proceedings of the R. Society 36. Bd., S. 14.

[3]) Archiv für die ges. Physiol. 46. Bd., 1890, 552.

[4]) Ebenda 47. Bd., 1890, S. 454.

[5]) Archiv für Anatomie und Physiologie 1895, S. 378.

[6]) U. S. Department of Agr. Bull. 98.

[7]) Archiv für die ges. Physiologie 68. Bd., 1897, S. 212.

[8]) Ebenda 96. Bd, 1903, S. 331.

[9]) C. Voit und M. Pettenkofer, Zeitschrift für Biologie 2. Bd., 1866, S. 478; Speck, Archiv für klin. Med., 45. Bd., S. 461; Hanriot und Richet, Comptes rend. 104. Bd, 1864, S. 435 und 105. Bd., 1865, S. 76; G. Katzenstein, Archiv für die ges. Physiol. 49. Bd., 1891, S. 330; Löwy, ebenda S. 405.

aus als an den Ruhetagen. Diese einseitige Vermehrung des Verbrauchs stickstofffreien Körpermaterials weist bereits darauf hin, daß in gewissen Fällen stickstofffreie Bestandteile des Körpers, Glykogen und Fett, an der Erzeugung der Muskelkraft beteiligt sein können. In der Tat ist man überall da, wo die Arbeitsleistung einen Mehrzerfall von Eiweiß hervorruft, imstande, diese Steigerung des Eiweißverbrauchs durch eine Zulage von Kohlenhydraten oder Fett zur Nahrung zu verhindern. Hierüber hat der Verfasser[1]) folgende 3 Versuchsreihen mit demselben Pferde ausgeführt, welches bereits zu den S. 191 beschriebenen Untersuchungen gedient hatte.

I. Wie schon dargelegt, hatte eine tägliche Arbeitsleistung von 2430000 Kilogrammetern bei einem Gehalte des Futters von 5,3 kg verdaulicher organischer Substanz mit 1,36 kg verdaulichem Protein einen andauernd ansteigenden Eiweißzerfall bei dem Versuchstier zur Folge. Anknüpfend an diese Verhältnisse der Fütterung wurde dem Tiere ein Futter gereicht, welches einen etwas geringeren Proteingehalt (1,15 kg in verdaulicher Form), dabei aber einen wesentlich höheren Gehalt an verdaulichen Kohlenhydraten (7,9 kg verdauliche organische Substanz) aufwies. Als bei dieser Ration 18 Tage hindurch wiederum dieselbe starke Arbeit (2430000 kgm) geleistet wurde, blieb sowohl das Lebendgewicht als auch die Stickstoffausscheidung konstant und änderte sich auch nicht merklich, als im Anschluß hieran 14 Tage hindurch die Leistungen des Tieres auf $^1/_3$ der früheren Höhe herabgesetzt wurden. Es betrug nämlich das Körpergewicht und der Stickstoffgehalt des Harns täglich im Durchschnitt:

	Lebendgewicht	Stickstoff im Harn
bei einer täglichen Leistung von 2430000 mkg		
30. Januar — 8. Februar 1878 . . .	541,3 kg	174,0 g
9.—16. Februar	539,7 „	174,8 „
bei einer täglichen Leistung von 810000 mkg		
17.—23. Februar 1878	542,5 kg	166,4 g
24. Februar — 2. März 1878	543,3 „	171,4 „

II. In dieser Reihe wurde zunächst ein Grundfutter verabreicht, und dabei durch Variationen der Arbeitsleistung der Punkt ermittelt, bei welchem das Maximum an Arbeit verrichtet werden konnte, ohne daß eine Steigerung des Eiweißverbrauchs eintrat. Darauf legte man dem Grundfutter 1,0 kg Stärkemehl zu, wodurch die Menge der zur Verdauung gelangenden Kohlenhydrate um rund 614 g vermehrt wurde. Bei dieser erhöhten Ration wurde abermals versucht, die maximale Leistung zu fixieren, bei der das Tier im Stickstoffgleichgewicht verblieb. Folgendes waren die hierbei erlangten Ergebnisse:

[1]) Landw. Jahrbücher 9. Bd., 1880, S. 665.

a) Grundfutter.	Arbeitsleistung mkg	Stickstoff verdaut g	Stickstoff im Harn g	Lebendgewicht kg
1.—11. April 1879	810 000	121,1	107,2	540,0
22.—27. „ „	1 620 000		110,2	538,3
28. April — 5. Mai 1879	desgl.		115,6	533,1
7.—14. Mai 1879	1 350 000		109,4	532,5
15.—22. „ „	1 080 000		109,6	530,7
b) Grundfutter + Stärkemehl.				
2.—7. Juni 1879	2 160 000	120,1	115,5	517,7
8.—21. „ „	1 620 000		109,6	515,4

Bei einer Tagesleistung von 1 620 000 mkg trat beim bloßen Grundfutter eine merkliche Erhöhung des Eiweißverbrauchs ein, während nach Stärkezulage dieselbe Arbeit ohne Erhöhung der Stickstoffausscheidung ermöglicht war.

III. Ebenso wie in der voranstehend beschriebenen Versuchsreihe ein gegebenes Grundfutter durch eine Zulage von Stärkemehl verstärkt wurde, führte man in einer weiteren Reihe 203 g Leinöl in die Versuchsration ein, indem man das eine Mal Leinkuchen, das andre Mal die gleiche Menge fettfreie Trockensubstanz in der Form von Leinsamen neben sonst gleichbleibenden Quantitäten anderer Futterstoffe verfütterte. Die Änderungen der Arbeitsleistung, der Stickstoffausscheidung und des Körpergewichts waren hierbei folgende:

A. Ohne Fettzulage.	Arbeitsleistung mkg	Stickstoff verdaut g	Stickstoff im Harn g	Lebendgewicht kg
6.—11. Januar 1880	1 547 000	159,0	148,9	496,5
13.—17. „ „	desgl.		149,2	493,2
3.—8. Februar „	1 701 000		147,5	485,8
9.—14. „ „	desgl.		153,0	479,4
B. Mit Fettzulage.				
24.—28. Februar 1880	2 166 000	153,9	148,1	476,0
29. Februar bis 5. März 1880	desgl.		153,9	469,0
18.—19. März 1880	2 012 000		145,6	466,4
20.—26. „ „	desgl.		145,0	460,8

Während hiernach in der ersten Hälfte der Versuche ohne Fettzulage schon bei einer Tagesleistung von 1 700 000 mkg eine deutliche Steigerung des Eiweißverbrauchs zu beobachten war, trat eine solche nach der Ölbeigabe selbst bei einer Arbeit von 2 012 000 mkg noch nicht auf und konnte erst wahrgenommen werden, als die Leistungen des Tieres noch höher bemessen wurden.

Die vorgeführten Untersuchungen des Verfassers zeigen deutlich, daß eine Steigerung des Eiweißverbrauchs als Folge der Muskelarbeit nur dann zu beobachten ist, wenn die Gesamtration für die geforderte Leistung nicht ausreicht. Ein Tier, an dessen Muskelkraft höhere Anforderungen gestellt werden, als von der aus der Nahrung zufließenden Energie bestritten werden können, befindet sich im Zustande *unzureichender Nahrungsaufnahme*. Um den An-

forderungen zu genügen, zieht es in diesem Zustande den Vorrat heran, der in seinen Organen aufgespeichert ist. Es verhält sich also geradeso wie ein hungerndes Tier im Ruhestande. Zunächst greift es seinen Fettvorrat und auch sehr bald sein Organeiweiß an, um diejenige Energie zu erzeugen, deren es zur Ableistung der erzwungenen Arbeit bedarf. Je mehr das Fett am Körper schwindet, um so größer wird der Teil der Energie, der vom Organeiweiß geliefert werden muß. Hört die Mehrleistung auf, welche über das Maß der zugeführten Nahrung hinaus beansprucht wird, so fällt auch die Ursache des vermehrten Eiweißverbrauchs fort, und derselbe kehrt sogleich zur Norm zurück.

Eine Mehrung des Eiweißverbrauchs, welche bei einem gewissen Maß der Nahrung und der Muskelarbeit sicher eintreten würde, kann, wie die Beobachtungen des Verfassers beweisen, verhindert werden durch eine entsprechende Mehrzufuhr von Kohlenhydrat und Fett. Diese Tatsache enthält den unwiderleglichen Beweis dafür, daß diese stickstofffreien Nährstoffe Muskelkraft zu liefern vermögen. Enthält demnach eine Nahrung soviel Kohlenhydrat oder Fett, daß aus diesen die geforderte Muskelkraft erzeugt werden kann, so wird bei Entfaltung dieser Kraft eine Steigerung des Eiweißverbrauchs nicht eintreten; umgekehrt aber wird es zu einem Mehrzerfall von Eiweiß immer dann kommen, wenn die Nahrung und das in den Umsatz einbezogene Körperfett der geforderten Leistung nicht genügen. Jetzt verstehen wir auch, wie es gekommen ist, daß verschiedene Forscher bald eine Erhöhung des Eiweißverbrauchs nach körperlicher Arbeit, bald keine solche Änderung beobachten konnten: Die in der Nahrung zugeführte Energie war eben bald ausreichend, bald ungenügend für die betreffende Leistung der Muskeln.

Dafür, daß die Kohlenhydrate bei ihrem Verbrauch im Körper Muskelkraft liefern, sprechen auch noch andere Tatsachen. In einer Untersuchungsreihe, welche L. Grandeau und Alekan[1]) mit Pferden ausgeführt haben, wurde unter anderm auch eine aus Mais, Zucker und Haferstroh bestehende Ration verfüttert, aus welcher neben 6044 g stickstofffreien Nährstoffen nur 281,4 g Rohprotein verdaut wurden. Die nutzbare Energie, welche dieses Quantum Rohprotein repräsentiert, würde, selbst wenn man die darin vorhandenen Amide als vollwertige Eiweißstoffe und 1 g Rohprotein zu 4,1 Cal berechnet, im ganzen nur 1153,74 Cal betragen. Nimmt man noch weiter an, daß diese Energie ohne jeden Verlust in nutzbare Kraft übergeführt werden könnte, so hätten bei dieser Ration höchstenfalls 490340 mkg[2]) Arbeit aus dem verdauten Protein gedeckt werden können. In Wirklichkeit ergab aber die sorgfältige Messung der im Trabe geleistetem Zugarbeit im Durchschnitt dreier Tiere 518983 mkg, ein Betrag, der den Energievorrat des verfügbaren Proteins merklich überstieg. Da nun aber der Amidgehalt des verdauten Proteins ca. 10% = 28,2 g betragen haben mag und dieser Teil kaum viel zur Erzeugung von Muskelkraft beitragen kann; da ferner immer ein erheblicher Teil der Energie der verdauten echten Eiweißstoffe direkt in Wärme

---

[1]) Annales de la science agronomique 2. Ser., 7. Jahrg. 1901, 2. Bd., S. 38.
[2]) 1 Cal = 425 Meterkilogramm (mkg).

übergeht (S. 108) und letztere im Körper nicht zurückverwandelt werden kann in mechanisch nutzbare Spannkraft, so erkennt man, daß der Energievorrat in der verfügbaren Eiweißmenge bei weitem nicht hingereicht hat, die ohne Inanspruchnahme von Körpersubstanz[1]) tatsächlich erzeugte Muskelkraft hervorzubringen. Es müssen also unbedingt stickstofffreie Nährstoffe bei der Erzeugung der Muskelkraft direkt mitgewirkt haben.[2])

Unter den stickstofffreien Bestandteilen des Tierkörpers scheint das Glykogen bei der Muskelarbeit eine hervorragende Rolle zu spielen. Wir wissen, daß diese den Kohlenhydraten angehörige Substanz vornehmlich in der Leber, zum Teil aber auch in den Muskeln zur Ablagerung kommt, im ganzen aber nur einen geringen, erheblich unter 1% liegenden Bruchteil der Körpermasse ausmacht. Kleine Mengen dieser Substanz werden nun beständig in Dextrose verwandelt, welche, vom Blute aufgenommen, den Geweben zuströmt, wo sie verbraucht wird. Trotz dieses fortwährenden Abflusses von Zucker aus der Leber erneuert sich der Glykogenvorrat bei ausreichender Nahrungszufuhr immer wieder, indem sowohl die Eiweißstoffe, wie auch die Kohlenhydrate, und vielleicht auch das Fett in jenem Organ in Glykogen umgewandelt werden. Infolge dieser Vorgänge bleibt der Zuckergehalt des Blutes bei hinreichender Nahrungsaufnahme außerordentlich konstant, Produktion und Konsum halten gleichen Schritt. — Muskelarbeit steigert nun, wie A. Chauveau und M. Kaufmann[3]) nachgewiesen haben, den Zuckerverbrauch im arbeitenden Muskel auf mehr als das Dreifache dessen, was bei Ruhe verbraucht wird; gleichzeitig erfährt hierbei die Zuckerbildung in der Leber einen Anreiz. Diese Tatsache, sowie die Beobachtung, daß der Glykogenvorrat des hungernden Tieres namentlich bei anstrengender Arbeit rasch abnimmt,[4]) machen es sehr wahrscheinlich, daß das Glykogen der Muskeln und Leber, bezw. die daraus beständig entstehende Dextrose eine wichtige Quelle der Energie für die arbeitenden Muskeln ist. Mit A. Chauveau[5]) jedoch anzunehmen, daß alle organischen Stoffe, welche an der Erzeugung von Kraft beteiligt sind, in Dextrose übergeführt werden müssen, bevor aus ihnen geeignete Formen der Energie ausgelöst werden können, erscheint namentlich in Hinsicht auf das Fett noch nicht hinreichend begründet.

3. Die Natur der bei Muskelarbeit dem Verbrauch unterliegenden Stoffe. — Die Untersuchung der Ausgaben eines Tieres während eines längeren Zeitraumes, in welchem nur periodenweise Arbeit geleistet wird, gibt uns zwar ein Gesamtbild davon, was in dieser Zeit an Stoff verbraucht wird, und läßt auch erkennen, was gegenüber arbeitsfreien, gleichlangen Zeiträumen

---

[1]) Das Tier nahm täglich nur um 209 g ab.

[2]) Vergl. auch J. Frenzel, Archiv für die ges. Physiol. 68. Bd., 1897, S. 219, wo ähnliche Rechnungen angestellt sind.

[3]) Comptes rendus des séances de l'acad. française 103. Bd., S. 974, 1057 und 1153; 104. Bd., S. 1126, 1352 und 1409.

[4]) E. Külz, Archiv für die ges. Physiol. 24. Bd., 1881, S. 57.

[5]) La vie et l'énergie chez l'animal 1894.

mehr ausgeschieden wird, ermöglicht es aber nicht festzustellen, welche Stoffe infolge der Arbeit selbst in größerem Umfange an dem Umsatz teilnehmen. Geeigneter hierzu haben sich die respiratorischen Quotienten (S. 76) erwiesen, die sich für jede Phase des Arbeits- oder Ruhezustandes aus dem Verhältnis zwischen der ausgeatmeten Kohlensäure und dem verbrauchten Sauerstoff gesondert ermitteln lassen. Da eine Wirkung der Muskelarbeit auf den Eiweißverbrauch unter gewöhnlichen Verhältnissen und selbst bei kürzeren Hungerperioden mit Arbeit in der Regel nicht wahrzunehmen ist, so kann ein Vergleich des Gaswechsels bei Ruhe und Arbeit uns mit ziemlicher Sicherheit angeben, in welchem Verhältnis die stickstofffreien Nährstoffe bei verschiedener Zusammensetzung der Nahrung oder bei verschiedener Intensität der Arbeit dem Verbrauch unterworfen sind.

Bei vollständiger Nahrungsentziehung zersetzt, wie wir (S. 97) gesehen haben, das ruhende Tier neben Eiweiß hauptsächlich Körperfett. Die Folge davon ist, daß der respiratorische Quotient sich sehr demjenigen nähert, welcher die Verbrennung des reinen Fettes charakterisiert, und in der Tat fand N. Zuntz[1]) den Quotienten beim nüchternen, liegenden Hunde zu 0,71, beim bloßen Stehen ohne Arbeit zu 0,69, gegenüber 0,707, der Zahl, welche bei der Verbrennung von Fett erhalten wird. Bleibt nun bei Arbeit der Eiweißverbrauch derselbe wie bei Ruhe, und wird gleichzeitig der Kohlenhydratvorrat des Körpers in stärkerem Maße in die Zersetzung einbezogen, so muß der Quotient, der für letztere Stoffgruppe = 1 ist, sich um so mehr erhöhen, je größer der Kohlenhydratverbrauch wird. Auch hiermit stimmen die Beobachtungen des genannten Forschers überein; derselbe fand nämlich bei demselben Hunde, der im nüchternen Zustande arbeitete, für den respiratorischen Quotienten:

Bei freiem Gange	0,73
Bei Zugarbeit auf nahezu horizontaler Bahn . . .	0,77

Eine Erhöhung der Quotienten beobachtete ferner auch A. Chauveau[2]) an einem nüchternen Manne, der 70 Minuten hindurch eine Treppe auf- und abstieg und dessen Gaswechsel in verschiedenen Perioden dieser Leistung untersucht wurde; folgendes waren die hierbei erlangten Werte:

Kurz vor Beginn der Arbeit	0,75
In der 1.— 5. Minute	0,84
„ „ 10.—15. „	0,87
„ „ 40.—45. „	0,95
„ „ 65.—70. „	0,74

Diese und noch mehrfache andere Untersuchungen[3]) bestätigen, daß der Mehrverbrauch, den die Muskelarbeit zur Folge hat, sich im hungernden oder

---

[1]) Archiv für die ges. Physiol. 68. Bd., 1897, S. 191.

[2]) Comptes rendus 122. Bd., S. 1163.

[3]) A. Chauveau, Comptes rend. 122. Bd., S. 1169; A. Chauveau und Laulanié, Arch de phys. 1896, S. 619 und 636; G. Katzenstein, Archiv für die ges. Physiol. 49. Bd., 1891, S. 330.

nüchternen Organismus auch auf die Kohlenhydrate (Glykogen und Zucker) erstreckt. Da der Vorrat an diesen Stoffen jedoch ein eng begrenzter ist und bald aufgebraucht wird, so kehrt, wie aus Chauveaus Beobachtungen hervorgeht, der respiratorische Quotient nach einiger Zeit wieder auf seine ursprüngliche Höhe zurück.

Beim gefütterten Tiere hängt der respiratorische Quotient sowohl bei Ruhe als bei Arbeit hauptsächlich von der Art der resorbierten Nährstoffe ab. Der hohe Gehalt an Kohlenhydraten in dem gewöhnlichen Futter der Pflanzenfresser bringt es mit sich, daß man hier zumeist Quotienten findet, die zwischen 0,8 und 1,0 liegen. Wird bei solcher Nahrung Arbeit geleistet, so bleiben die Quotienten in der Regel zunächst eine Zeitlang auf der gleichen Höhe, sinken dann nach und nach ab. N. Zuntz und O. Hagemann[1]), welche derartige Beobachtungen an Pferden anstellten, fanden z. B. für aufeinanderfolgende Perioden einer ununterbrochenen Arbeit folgende Werte:

Per. 1	Per. 2	Per. 3
0,925	0,948	0,897
0,920	0,931	0,875
0,974	0,905	0,837
0,949	0,934	0,871
0,936	0,909	0,878
0,931	0,904	0,883

Augenscheinlich verwendet hiernach der arbeitende Muskel in erster Linie die ihm zufließenden Kohlenhydrate, und erst dann, wenn diese bei langandauernder Leistung verbraucht sind, bezieht er einen Teil der Energie aus dem Körperfett, in welchem Stadium dann der respiratorische Quotient tiefer sinkt. — Bloße Fettnahrung erniedrigt zunächst den Quotienten und diejenigen Werte, welche bei vollständiger Nahrungsentziehung erhalten werden, und zwar kommt dies dadurch zustande, daß infolge der Fettzufuhr relativ mehr von dieser und relativ weniger Eiweiß[2]) verbraucht wird. In dieser Frage haben A. Chauveau und Laulanié[3]) einen interessanten Versuch ausgeführt, indem sie einen Mann zuerst bei Hunger eine starke, in Treppensteigen bestehende Arbeit verrichten, denselben darauf 105 g Butter verzehren und 2 Stunden später die gleiche, 30 Minuten währende Arbeit ausführen ließen. In gleichen Zeitabständen beider Perioden wurden die respiratorischen Quotienten bestimmt und folgende Werte erhalten:

	3 Minuten vor der Arbeit	Während der Arbeit nach 12—15 Min.	Während der Arbeit nach 27—30 Min.
Hunger	0,706	0,804	0,812
Fettnahrung	0,666	0,783	0,809

[1]) Landw. Jahrbücher 1898, III. Ergänzungsband S. 28 ff.

[2]) Der respiratorische Quotient für Eiweiß liegt nämlich höher (0,765) als der des Fettes (0,707).

[3]) Comptes rendus des séances de l'acad. fr. 122. Bd., S. 1169.

Auch hier stellte sich bei der Arbeit eine Erhöhung der Quotienten infolge gesteigerten Verbrauchs an Glykogen und Zucker ein, jedoch blieb der erniedrigende Einfluß des verzehrten Fettes auf die beobachteten Werte bestehen. Hätte man die Arbeit noch weiter fortgesetzt, so wäre voraussichtlich — nach stärkerem Verbrauch der Kohlenhydrate — ein Absinken der Quotienten ebenfalls zu beobachten gewesen.

Als Quelle der Muskelkraft darf man nach der Gesamtheit der vorliegenden Beobachtungen nicht bloß einen bestimmten Nährstoff annehmen, sondern alle diejenigen organischen Bestandteile der resorbierten Nahrung und des Körpers, bei deren Zerfall in den Zellen dynamische Energie erzeugt wird, also sowohl die Eiweißstoffe, als auch die Kohlenhydrate und die Fette, wahrscheinlich auch die Pentosane. Unter gewöhnlichen Verhältnissen der Ernährung werden zur Krafterzeugung in erster Linie die stickstofffreien Nährstoffe und das im Körper angesammelte Glykogen herangezogen, das Eiweiß aber nur soweit, als es auch bei Muskelruhe dem Zerfall unterliegt. Genügt die Gesamtheit dieser in der Nahrung zugeführten Stoffe den Anforderungen an die Kraftleistung nicht, dann wird zu diesem Zwecke zunächst das Körperfett in den Umsatz einbezogen, und ist der Vorrat an diesem unzureichend oder durch andauernde Arbeit bis auf eine gewisse Menge vermindert, so wird das organisierte Eiweiß zum Zwecke der Krafterzeugung angegriffen.[1]) Bei der Fütterung der Arbeitstiere kommt es also in erster Linie auf eine ausreichende Zufuhr verdaulicher stickstofffreier Nährstoffe an, weniger dagegen auf einen hohen Gehalt der Nahrung an verdaulichem Eiweiß.

4. Eiweißansatz als Folge der Muskelarbeit. — Die Menge der Nahrung und ihr Inhalt an nutzbarer Energie bestimmen nicht ausschließlich das Maß an Arbeit, welche ein Tier verrichten kann; es muß vielmehr auch der Apparat, welcher durch seine Bewegungen die freiwerdende Energie auf äußere Gegenstände überträgt, das Muskelsystem, eine entsprechend gute Entwicklung besitzen. Niemand wird erwarten, daß ein Mensch mit schwächlich ausgebildeten Muskeln bei derselben Nahrung ebensoviel leiste, wie ein robuster Arbeiter. Tritt jedoch an ein schwächliches, aber noch entwicklungsfähiges Individuum die Notwendigkeit heran, dauernd seine Muskeln zur Arbeit zu gebrauchen, so beobachtet man, daß im Laufe der Zeit diejenigen Gliedmaßen, die täglich angestrengt werden, an Umfang zunehmen, sich verstärken und die einzelnen Muskelfasern sich verdicken. Infolge dieser Art der Anpassung des Körpers an die ihm auferlegten Bedingungen kann also — wenn das Lebensalter nicht eine Grenze zieht — die Arbeitsleistung zu einem länger andauernden Fleischansatz führen, der das Fortbestehen des Individuums unter den ihm gestellten Forderungen sichert. Es liegen in der Tat mehrere Beobachtungen vor, welche zeigen, daß bei sonst ausreichender Nahrung die Muskelkraft den Eiweißansatz fördern kann. So befindet sich unter

[1]) Vergl. O. Kellner, Landw. Jahrbücher 8. Bd., 1879, S. 711.

den zahlreichen Untersuchungen von W. O. Atwater und B. Benedict[1]) am Menschen eine, in welcher in der Ruheperiode 0,7 g Stickstoff und 7,8 g Fett vom Körper verloren wurden, wogegen in der Arbeitsperiode bei gleicher Eiweiß-, aber erhöhter Kohlenhydratzufuhr 1,1 g Stickstoff angesetzt und 48,4 g Fett abgegeben wurden. W. Caspari[2]) beobachtete an einem andauernd gleich und reichlich gefütterten Hunde, daß derselbe in aufeinanderfolgenden Perioden täglich nachstehende Mengen Stickstoff ansetzte (+) bezw. vom Körper verlor (—):

bei Ruhe	—0,46	+1,22	+1,24		
„ Arbeit	—1,39	+0,01	+0,10	+1,50	
„ Ruhe	+1,27				
„ Arbeit	+2,51	+3,39	+2,94	+3,46	+3,54

K. Bornstein[3]), der bei reichlicher, eiweißreicher Kost Arbeit an einem Drehrade 18 Tage hindurch ausführte, fand, daß er in dieser Zeit von 121,5 g im Überschuß gereichten Stickstoff im ganzen 26,65 g = 22 %, entsprechend 800 g Fleisch ansetzte; in den ersten 13 Tagen waren 1,26, in den letzten 5 Tagen 2,06 g Stickstoff täglich im Körper zurückbehalten worden. Muskelarbeit kann also zu einer länger andauernden Ablagerung von Fleisch im Körper führen. Bedingung ist nur eine nicht zu eiweißarme, für die Leistung ausreichende Nahrung und die Entwicklungsfähigkeit des Individuums selbst. Der so erlangte Gewinn wird vermutlich den Muskeln dauernd nur dann erhalten, wenn auch die Bedingungen des Ansatzes, die Arbeit, fortbestehen bleiben.[4])

2. Die quantitativen Beziehungen zwischen verschiedenen Formen der Muskelkraft und dem Stoffverbrauch.

Wie bei der Bestimmung derjenigen Menge Fett, welche aus einer gegebenen Nahrungsmenge im Körper angesetzt werden kann, so hat man auch bei den Beziehungen zwischen Nahrungsaufnahme und nutzbarer Muskelkraft nicht aus dem Auge zu verlieren, daß der Organismus schon zu seiner bloßen Lebenserhaltung einer gewissen Menge von Nahrung und Energie bedarf, welche zu anderem Zwecke nicht verwendet werden kann. Für die Fettbildung, wie für die Erzeugung nutzbarer Muskelkraft kommt immer nur der Teil des Futters in Betracht, welcher über den Erhaltungsbedarf hinaus verabreicht wird. Den Betrag an nutzbarer Kraft, welcher einem solchen Überschuß entspricht, würde man direkt nur ermitteln können durch Ausprobieren derjenigen genau zu messenden Arbeitsleistung, bei welcher das Tier mit der betreffenden Nährstoffzufuhr sich gerade im vollen Gleichgewicht befindet. Es würden, mit anderen Worten, alle Einnahmen und Ausgaben des arbeitenden Tieres bei verschieden großen Zulagen zu einem gegebenen Grundfutter und auch bei letzterem selbst ermittelt, und die An-

---

[1]) Exper. on the metabolism etc. Washington 1899.

[2]) Archiv für die ges. Physiol. 83. Bd., 1901, S. 535.

[3]) Ebenda 83. Bd., 1901, S. 548.

[4]) S. hierzu auch N. Zuntz und Schumburg, Physiologie des Marsches 1901 S. 187.

forderungen an das Tier solange variiert werden müssen, bis bei jeder Ration Gleichheit zwischen Einnahmen und Ausgaben erreicht ist. Dabei müßte weiter auch darauf Bedacht genommen werden, den Ernährungszustand des Tieres nicht zu ändern, weil dieser selbst den Stoffverbrauch beeinflußt oder es müßte, um die erforderlichen Unterlagen für Korrekturen zu erlangen, der Bedarf des Tieres bei verschiedenem Körpergewicht bezw. Ernährungszustand gesondert bestimmt werden.

Da Untersuchungen dieser Art ungewöhnlich hohe Anforderungen an die Leistungsfähigkeit, Umsicht und Mittel desjenigen stellen, der sie unternehmen wollte, so hat man einen anderen, einfacheren Weg eingeschlagen, indem man die Sauerstoffaufnahme und Kohlensäureausscheidung in kürzeren Perioden sowohl bei Ruhe als bei einer bestimmten Arbeitsleistung ermittelte (s. S. 76) und aus der Differenz der so erlangten Werte, die durch die Arbeit bedingte Erhöhung des Stoff- und Energieverbrauchs berechnete.[1]) Wie sich aus dem respiratorischen Quotienten die Menge und Art der zersetzten Stoffe ermitteln läßt, und unter welchen Voraussetzungen solche Rechnungen möglich sind, haben wir bereits früher (S. 77 Anmerkung 1) dargelegt. Hat man nun den Stoffverbrauch festgestellt, so läßt sich ja, da der Energieinhalt der Nahrungs- und Körperbestandteile bekannt ist, auch der Energieverbrauch ohne Schwierigkeiten ableiten. Der respiratorische Quotient, welchen man nach Abzug des auf Eiweiß entfallenden Gaswechsels von dem Sauerstoffkonsum und der Kohlensäureausgabe erhält, gestattet in noch etwas einfacherer Weise zu dem Energieverbrauch zu gelangen. Aus der prozentischen Zusammensetzung des Fettes und der Kohlenhydrate, sowie aus deren Energieinhalt läßt sich nämlich berechnen, daß je 1 ccm Sauerstoff folgenden Energiemengen entspicht, die bei vollständiger Verbrennung des Fettes oder Kohlenhydrats entstehen:

Fett . . .	4,686 cal;	respiratorischer Quotient	0,707
Kohlenhydrat	5,047 „	„ „	1,000
Differenz. .	0,361 cal	für Zunahme des Quotienten um	0,293

Wächst also der Quotient infolge der Arbeisleistung um 0,01, so entspricht dies einer Zunahme des Energieverbrauchs um 0,0123 cal für jeden Kubikzentimeter verbrauchten Sauerstoff. Diese Zahlen gelten zunächst nur für den Fleischfresser.

Bei Versuchen mit einem Hunde, der eine Last zu ziehen hatte, war von N. Zuntz[2]) z. B. gefunden worden, daß der respiratorische Quotient nach Abzug der am ruhenden Tiere ermittelten Werte 0,878 war, das ist 0,171 höher als bei der Verbrennung von Fett. Diese Zahl zeigt an, daß jeder Kubikzentimeter Sauerstoff $17{,}1 \times 0{,}0123 = 0{,}210$ cal mehr repräsentiert als bei ausschließlichem Fettverbrauch (4,686 cal); 1 ccm verbrauchter Sauerstoff gleicht also einem Energieverbrauch von $4{,}686 + 0{,}210 = 4{,}896$ cal. — Der Versuch mit dem Hunde hatte nun ergeben, daß zur Zugleistung von 1 Meterkilogramm 1,6704 ccm Sauerstoff mehr verbraucht wurden; der Energieaufwand für diese Kraftäußerung war

[1]) Ein ausführliches Beispiel für diese Art der Versuchsanstellung findet sich bei N. Zuntz, Archiv für die ges. Physiologie 68. Bd., 1897, S. 191.

[2]) A. a. O. S. 201.

also 1,6704 × 4,896 = 8,178 cal. Da 1 cal = 0,425 mkg oder 1 mkg = 2,353 cal, so verhält sich der Energieverbrauch zu der effektiv geleisteten Zugarbeit wie 8,177 zu 2,353, das ist wie 100 : 28,8. Es ist also hier gefunden worden, daß die nutzbare Leistung der Zugarbeit nur 28,8 % der dazu im Körper aufgewendeten Energie betragen hat. In ganz gleicher Weise fand Zuntz, daß der Hund beim Aufstieg auf steiler Bahn für 1 mkg Steigarbeit (Hebung des Körpergewichtes und Geschirrs) 7,6681 cal verbrauchte, wonach 30,7 % des ganzen Energieaufwandes in Form nutzbarer Leistung gewonnen wurde.

Nach der gleichen Untersuchungsmethode erhielten N. Zuntz und seine Mitarbeiter am Menschen ganz ähnliche Werte. Hier betrug der Energieverbrauch bei der Leistung von 1 mkg Steigarbeit und der prozentische Teil der nutzbaren Leistung:

Person	Energieverbrauch Cal	Nutzbare Arbeit in % des Energieverbrauchs
K.[1]	6,723	35,0
P.[2]	7,506	31,3
B.[2]	7,388	31,8
N. Z.[3]	8,384	28,1
S.[3]	8,365	28,1
A. L.[4]	6,854	34,3
J. L.[4]	6,873	34,2
L. Z.[4]	6,421	36,6
Fr.[5]	6,461	36,4
R.[5]	6,697	35,1
Mittel	7,167	33,1

Eine sehr große Zahl von Untersuchungen hat N. Zuntz[6]) ferner nach derselben Methode in Gemeinschaft mit C. Lehmann und O. Hagemann mit Pferden ausgeführt. Die Tiere, welche durch eine Trachealkanüle atmeten, waren während der Beobachtung bei Ruhe und Arbeit auf einer Tretbahn aufgestellt und leisteten hierbei die verschiedensten Formen von Arbeit, wobei mittels einer Kanüle der Lungengaswechsel sehr häufig festgestellt wurde. Um aber auch denjenigen Teil der Atmungsprodukte, welcher den Körper durch die Haut und den After verläßt, mit in Betracht ziehen zu können, hatte man bei einem der am häufigsten zu den Untersuchungen benützten Pferde auch mehrere Male den Gesamtgaswechsel im Pettenkoferschen Respirationsapparat festgestellt[7]) und

---

[1]) G. Katzenstein, Archiv für die ges. Physiol. 49. Bd., 1891, S. 367.

[2]) Schumburg und N. Zuntz, Deutsche militärärztl. Zeitschr. 1895.

[3]) Dieselben, Archiv für die ges. Physiol. 63. Bd., 1896, S. 461.

[4]) A. Löwy, J. Löwy und L. Zuntz, ebenda 66. Bd., 1897, S. 477.

[5]) J. Frenzel und F. Reach, ebenda 83. Bd., 1901, S. 477.

[6]) Landw. Jahrbücher 18. Bd., 1889, S. 1—156 und 27. Bd., 1898, Ergänzungsband S. 1—438.

[7]) N. Zuntz und F. Lehmann, Landw. Jahrbücher 23. Bd., 1894, S. 125.

dabei gefunden, daß die Sauerstoffaufnahme durch die Haut 5,5, die Kohlensäureabgabe 3% des bloßen Lungenwechsels betrug. Mit Hilfe dieser Zahlen wurden dann die auf der Tretbahn erlangten Werte für den Lungengaswechsel korrigiert. Unter der jedenfalls zutreffenden Annahme, daß die Muskelarbeit weder die Eiweißzersetzung, noch auch den Verbrauch an Rohfaser in irgend einer Beziehung ändert und somit nur von Kohlenhydraten und Fett bestritten wird, ließ sich aus dem bei der Arbeit beobachteten Mehrverbrauch an Sauerstoff mit annähernder Genauigkeit berechnen, welches Quantum von Energie in jedem Falle bei einer bestimmten mechanischen Arbeit verbraucht wurde. Zwar läßt sich nicht verkennen, daß zwischen den Einzelbeobachtungen oft recht große Unterschiede zutage treten; die große Zahl der Untersuchungen jedoch und ihre Wiederholung mit verschiedenen Tieren bieten ausreichende Gewähr für die Brauchbarkeit der erlangten Werte. — Zu den Einzelheiten übergehend betrachten wir nunmehr den Energieverbrauch unter dem Einflusse der verschiedenen Formen der Arbeit.

a) Horizontalbewegung des nicht belasteten Pferdes. — Der Verbrauch hängt hier, wie auch sonst, von der Geschwindigkeit der Bewegung ab; es wurde nämlich zur Fortbewegung von 1 kg Masse (Tier + Geschirr) um 1 m im Schritt benötigt (Pferd III)

bei einer Geschwindigkeit pro Minute von . .	78 m	90 m	98 m
Energie in cal	0,3256	0,3621	0,3929

Wurde die Bewegung im Trabe ausgeführt und in der Minute ein Weg von durchschnittlich 195 m zurückgelegt, so stieg der Energieverbrauch pro Gewichts- und Wegeeinheit auf 0,5478 cal; es wuchs somit gegenüber der mittleren Schrittbewegung (90 m pro Minute) beim Traben der Verbrauch um 41, die Geschwindigkeit um 116%. Da hiernach mit zunehmender Geschwindigkeit der Energieaufwand steigt, so muß es eine Schrittgeschwindigkeit geben, bei welcher der Verbrauch ebenso groß wird, wie wenn dieselbe Geschwindigkeit im Trabe innegehalten wird. Für das hier beobachtete Pferd würde dies bei einer Minutengeschwindigkeit von 147 m im Schritt, falls eine solche möglich ist, erreicht sein. Beim trabenden Tier schien die Geschwindigkeit jedoch keine weitere Steigerung des Verbrauchs herbeizuführen, vielmehr blieb letztere für 1 kg Masse und 1 m Weg annähernd gleich, ob das Tier 176 oder 205 m pro Minute durcheilte.

b) Horizontalbewegung des stark belasteten Pferdes. — Um zu erfahren, welche Anforderungen der Reitdienst an den Stoffwechsel des Pferdes stellt, wurde der Sattel mit Bleiplatten, die durchschnittlich 125 kg wogen, belastet und gefunden, daß bei der Bewegung im Schritt und bei einer Geschwindigkeit von 90 m pro Minute der Energieverbrauch für 1 kg Masse und 1 m Weg 0,3914 cal betrug, gegenüber 0,3621 cal, die von dem nicht belasteten Tiere benötigt wurden. Das belastete Pferd verbrauchte für dieselbe Arbeit hiernach ca. 8% mehr, als wenn es ohne Last lief. Bei der Trabbewegung war der Energieaufwand noch etwas größer, er stellte sich bei gleicher Belastung und 185,5 m Minutengeschwindigkeit pro 1 kg Masse und 1 m Weg auf 0,6007 cal,

gegenüber 0,5478 cal, die für dieselbe Arbeit des nicht belasteten Tieres erforderlich waren. Die Steigerung betrug somit annähernd 10%.

c) Vorwärtsbewegung des unbelasteten Tieres auf ansteigender Bahn. — Nach Abzug desjenigen Energiebetrages, welchen die bloße Horizontalbewegung des Tieres nach den obigen Darlegungen in Anspruch nahm, entfällt nach diesen Versuchen auf diejenige Arbeit, die durch das bloße Heben des Körpers (Steigarbeit) vollzogen wurde, bei einer Steigung der Bahn um

	10,7 Grad	18,1 Grad
ein Energieverbrauch von . .	6,8508 cal	6,9787 cal.

Von dem gesamten Energieaufwande erschienen sonach bei schwacher Steigung 34,3 bei starker 33,7% in der Form der Steigarbeit wieder.[1]) Diese Werte wurden für den Aufstieg im Schritt erhalten; geschah die Aufwärtsbewegung auf der weniger steilen Bahn im Trabe, so erhöhte sich der Energieverbrauch pro 1 mkg Steigarbeit auf 7,3647 cal, das ist um 7,5%, und der Nutzeffekt[2]) fiel auf 32%.

d) Zugarbeit. Nach Abzug derjenigen Energiemenge, welche für die Eigenbewegung des Tieres benötigt wurde, blieb für die reine Zugleistung im Schritt auf fast ebener Bahn (0,5 Grad Steigung) ein Energieverbrauch von 7,519 cal = 31,3% Nutzeffekt und auf steilerem Wege bei 8,5 Grad Steigung 10,336 cal = 22,7% Nutzeffekt. Der Zug im Trabe auf horizontaler Bahn brachte keine wesentliche Änderung im Energieverbrauch, sofern nicht Überanstrengung verbunden mit übermäßiger Steigerung der Atmung eintrat; in letzterem Falle nahm der Energieumsatz freilich eine außergewöhnliche Höhe (10,078 cal) an, und der Nutzeffekt fiel auf 23%.

Schon längere Zeit bevor N. Zuntz seine Untersuchungen begann, hatte der Verfasser[3]) es versucht, aus den Änderungen des Stickstoffgehaltes im Harne Schlüsse auf das Verhältnis zwischen Futter und Arbeit zu ziehen. Man war hierbei in folgender Weise zu Werke gegangen: Nachdem bei einer mäßigen Ration und schwacher Arbeit die Stickstoffausscheidung im Harn gleichmäßig geworden war, erhöhte man die Anforderungen an die Leistungsfähigkeit des Tieres soweit, daß das Futter für die betreffende Kraftleistung nicht mehr ausreichte, sondern Körpersubstanz, worunter auch Organeiweiß, in den Verbrauch einbezogen wurde. Es stieg somit der Stickstoff im Harn merklich an. War dieses Stadium erreicht, so ermäßigte man wieder die Arbeit und zwar in mehrtägigen Perioden, bis ein weiteres Sinken der Stickstoffausscheidung nicht mehr zu erkennen war. Es war dann das Maximum an Arbeit erreicht, welches bei der betreffenden Ration ohne Inanspruchnahme von Körpermaterial geleistet werden konnte. Darauf wurde die Ration um einen bestimmten Nährstoffbetrag erhöht, und wiederum in derselben Weise die höchstmögliche Leistung des Tieres bestimmt.

---

[1]) Eine solche Abnahme des Nutzeffektes mit der Steilheit des Weges beobachtete auch A. Löwy (Archiv für die ges. Physiol. 66. Bd., 1887, S. 498).

[2]) Prozentisches Verhältnis zwischen Energieverbrauch und effektiver Arbeit.

[3]) Landw. Jahrb. 9. Bd., 1880, S. 665.

Als Versuchstiere dienten Pferde, welche in einem Bremsgöpelwerk[1]) arbeiteten. Wie sich aber später herausgestellt hat, waren die Messungen der Zugkraft, bei welcher gearbeitet worden war, nicht genau genug, um eine zuverlässige Berechnung derjenigen Mehrleistung zu gestatten, welche auf die Nährstoffzulage fiel. Dieser Mangel wurde erst später von L. Grandeau und A. Leclerc[2]) erkannt und durch einen verbesserten Meßapparat beseitigt. Nach Einführung des letzteren im Jahre 1891 haben dann E. Wolff[3]) und seine Mitarbeiter neue Untersuchungen ausgeführt, deren Ergebnisse hier noch kurz wiedergegeben werden mögen.

Als Maßstab dafür, ob das Tier bei einer gewissen Fütterung und Arbeit noch Körpersubstanz zu- oder ansetzte, wurde das Lebendgewicht genommen, das in der Tat bei Pferden eine große Empfindlichkeit zeigt und ständig abnimmt, sofern die Nahrung der geforderten Leistung nicht genügt. Demzufolge wurde bei jeder Ration die Arbeit solange variiert, bis diejenige Leistung erreicht war, bei welcher das Tier sich gerade noch auf seinem Gewicht erhielt. Unter den Bestandteilen des Futters wurde ferner entsprechend den weiter unten (Teil III, Kap. 5) folgenden Darlegungen die Rohfaser als wertlos für die Kraftproduktion angesehen, und weiter für die bloße Lebenserhaltung[4]) der Betrag von 3300 g rohfaserfreien verdaulichen Nährstoffen für 500 kg Lebendgewicht in Anrechnung gebracht; den Überschuß über diesen Betrag betrachtete man allein als den Teil des Futters, aus welchem die Kraftleistung gedeckt wurde. — Da sich die Arbeit im Göpel zusammensetzt aus der eigentlichen Zugleistung, welche in dem erwähnten Apparat registriert wurde, und dem Eigentransport des Tieres, so war auch diese letztere Leistung mit in Ansatz zu bringen, was mit Hilfe einer vom Verfasser[5]) auf Grund gesonderter Beobachtungen und Berechnungen aufgestellten Formel ermöglicht wurde. Bot so die Feststellung der gesamten Arbeitsleistung des Tieres keine besonderen Schwierigkeiten, so konnte man doch zu der Zeit, als Wolff seine Ermittelungen anstellte, zweifelhaft darüber sein, welchen Energiewert man den verdauten, rohfaserfreien Nährstoffen zuschreiben sollte. Wolff rechnete mit den Rubnerschen, am Fleischfresser ermittelten isodynamen Werten (4,1 Cal für jedes Gramm Protein und Kohlenhydrat und 9,3 Cal für 1 g Fett). Da diese Zahlen aber für den Pflanzenfresser nicht zutreffen (S. 85, 89 u. 94), und N. Zuntz später den physiologischen Nutzwert für 1 g dieser Nährstoffe beim Pferde zu 3,96 Cal feststellte (S. 210), so erscheint es gerechtfertigt, letztere Zahl als die zuverlässigere zu benützen. Auf diesen Grundlagen hat dann H. P. Armsby[6]) aus den Wolffschen Untersuchungen die in der Tabelle S. 207 angeführten Werte berechnet.

---

[1]) Landw. Versuchsstationen 21. Bd., 1878, S. 21.
[2]) Annales de la science agronomique 1. Bd., 1889, S. 464.
[3]) Landw. Jahrbücher 24. Bd., 1895, S. 125.
[4]) Siehe hierüber Teil III, Kap. 5.
[5]) Landw. Jahrbücher 9. Bd., 1880, S. 658.
[6]) Principles of animal nutriton, New-York 1903, S. 542.

Diese Werte für denjenigen Teil der nutzbaren Energie des Futters, welcher in der Form von Muskelarbeit gewonnen werden kann, gelten nicht für die bloße Arbeit des Zuges, sondern schließen, wie angegeben, auch die Kraft für die Fortbewegung des Tieres ein, die nach N. Zuntz mit einem etwas geringeren Energieaufwande bestritten werden kann, wie die reine Zugleistung. Wenn wir in Betracht ziehen, daß nach dem genannten Forscher bei der Horizontalbewegung 35—35,5% und bei der Zugarbeit 31,3% des Energieverbrauchs in wirtschaftlich nutzbare Arbeit umgesetzt werden, so erscheinen hiermit die aus den Wolffschen Untersuchungen abgeleiteten Zahlen für den Nutzeffekt bei Fortbewegung und Zug (33—37%) in recht befriedigender Übereinstimmung.

(Siehe Tabelle S. 207.)

e) Einfluß der Individualität auf die Verwertung des Futters zur Arbeitsleistung. — Je nach dem Bau der Arbeitstiere, der Entwicklung ihres Muskelapparates und der Stellung der die Arbeit vermittelnden Extremitäten wechselt, wie vorauszusehen ist, der in der Arbeit selbst erscheinende Teil der eingeführten Energie. Schon die bloße Eigenbewegung der Tiere auf horizontaler Bahn zeigt, wie die Untersuchungen von N. Zuntz an verschiedenen Pferden lehren, recht erhebliche Unterschiede im Energieverbrauche, die pro 1 kg Masse und 1 m Weg zwischen 0,284 und 0,441 cal schwanken; ein lahmes Pferd verbrauchte sogar 0,566 cal. Ebenso verhält es sich mit der bloßen Steigarbeit, bei welcher Schwankungen von 5,906—9,027 cal im Energieverbrauch für 1 mkg Arbeit, und Unterschiede im Nutzeffekt von 26,1—39,8% vorkamen. Ein Tier, welches die eine Form der Leistung besonders ökonomisch verrichtet, kann jedoch bei anderen Arten der Arbeit außergewöhnlich viel Energie aufzuwenden haben, wie z. B. Rassen und Schläge, die Generationen hindurch für den Reitdienst gezüchtet sind, diesen mit geringerem Aufwande an Kraft verrichten werden, als Tiere, bei deren Züchtung man diejenigen Formen und Eigenschaften bevorzugt hat, welche der Zugarbeit förderlich sind.

f) Die Übung einer bestimmten Form der Arbeit verringert den Energieaufwand für die Einheit der Leistung. Hier lehrt schon die Erfahrung, daß ein Ungeübter einer viel größeren Anstrengung bedarf, um dieselbe Arbeit zu verrichten, wie ein anderer, der sich durch Schulung die erforderliche Geschicklichkeit angeeignet hat. Bei jeder Arbeit kommen eine Anzahl verschiedener Muskeln in Tätigkeit, die je nach ihrer Lage zur gleichen Leistung verschiedener Kraftmengen bedürfen und je nach der Übung des Arbeiters mehr oder weniger zweckmäßig benützt werden. Systematische Untersuchungen hierüber, welche von M. Gruber[1]) angestellt wurden, haben in der Tat gezeigt, daß ein 12- bezw. 14 tägiges Trainieren im Besteigen eines Turmes eine beträchtliche Abnahme der Kohlensäureausscheidung herbeiführte. Letztere betrug nämlich bei annähernd gleicher Leistung pro Minute

	a	b
vor der Übung	2,049 g	1,942 g
nach „ „	1,611 „	1,550 „

[1]) Zeitschrift für Biologie 38. Bd., 1891, S. 466.

Tägliches Futter	Rohfaserfreie Nährstoffe[1])		Geleistete Arbeit		Nutzeffekt
	g	Cal	mkg	Cal	%
1891—92					
7 kg Heu, 4,5 kg Hafer	1424	5 639	931 676	2197	38,95
7 „ „ 5,5 „ „	1990	7 881	1 129 568	2663	33,79
4,5 „ „ 7,0 „ „	2259	8 945	1 094 328	2581	28,86
Durchschnitt	—	—	—	—	33,16
1892					
7,5 kg Heu, 4,0 kg Hafer	1775	7 026	1 074 802	2535	36,07
4,5 „ „ 5,5 „ „ 1 kg Stroh . .	1873	7 416	1 153 813	2720	36,68
4,5 „ „ 5,0 „ Körner²), 1,5 kg Stroh	1521	6 023	912 454	2152	35,73
4,5 „ „ 5,0 „ „ ³), 1,5 „ „	1860	7 365	1 186 577	2799	38,00
7,5 „ „ 4,5 „ Hafer	1903	7 537	1 188 388	2803	37,18
Durchschnitt	—	—	—	—	36,77
1892—93					
7,5 kg Heu, 4,0 kg Hafer	1475	5 841	897 678	2116	36,24
7,5 „ „ 5,5 „ „	2297	9 095	1 280 687	3024	33,20
6,0 „ „ 5,5 „ „	1670	6 613	905 568	2135	32,28
6,0 „ „ 5,5 „ „ 1 kg Stroh . .	2036	8 063	1 167 127	2752	34,14
4,0 „ „ 7,5 „ „ 1 „ „ . .	2577	10 210	1 421 285	3352	32,85
4,0 „ „ 7,5 „ „ 2 „ „ . .	2692	10 660	1 549 620	3655	34,28
Durchschnitt	—	—	—	—	33,74
1893—94					
6,5 kg Heu, 4,0 kg Hafer, 1 kg Stroh .	1607	6 362	900 267	2122	33,36
3,0 „ „ 7,0 „ „ 2,5 „ „ .	2580	10 220	1 549 262	3653	35,76
3,0 „ „ 7,0 „ Körner⁴), 2,5 kg Stroh	2560	10 140	1 545 702	3645	35,95
3,0 „ „ 6,5 „ „ ⁵), 2,5 „ „ .	2880	11 420	1 673 786	3948	34,61
Durchschnitt	—	—	—	—	35,05

Auch L. Schnyder[6]) beobachtete bei fortgesetzter täglicher Arbeit im Tretrade, daß sich bei gleicher Leistung die Menge der ausgeatmeten Kohlensäure

am . . . . 9. 22. und 56. Tage

verhielt wie . . . . 100 : 90,5 : 74,6 „

[1]) Überschuß über das 3300 g rohfaserfreien Nährstoff = 13 068 Cal betragende Erhaltungsfutter.

[2]) 3 kg Hafer und 2 kg Ackerbohnen.

[3]) 3 kg Hafer und 2 kg Mais.

[4]) 3 kg Hafer und 4 kg Ackerbohnen.

[5]) 1 kg Hafer, 4 kg Mais und 1,5 kg Ackerbohnen.

[6]) Zeitschrift für Biologie 33. Bd., 1896, S. 289.

Mit der Übung in der Verrichtung einer gewissen Form der Arbeit nimmt also der Stoffverbrauch allmählich ab.[1])

g) Die Ermüdung steigert den Energieverbrauch. — Wenn wir einen bei der Arbeit Ermüdeten betrachten, so nehmen wir wahr, wie mit der zunehmenden Ermüdung die ursprünglich in Tätigkeit gesetzten, für die betreffende Arbeit zweckmäßigsten Muskeln allmählich entlastet, außer Gebrauch gesetzt und an Stelle derselben nach und nach andere, weniger gebrauchte Muskeln in stetig wachsender Zahl in Anspruch genommen werden. Wir erkennen hieraus, daß mit der Ermüdung sich eine wesentliche Änderung in der Art der Arbeitsleistung vollzieht, die notwendigerweise zu einer Erhöhung des Verbrauchs führen muß. Wie A. Löwy[2]) gezeigt hat, kann diese Steigerung einen sehr erheblichen Umfang annehmen. Der Genannte arbeitete längere Zeit an einem schweren Drehrade und ermittelte dabei in aufeinanderfolgenden Perioden den Sauerstoffverbrauch, der ja ein ziemlich zuverlässiges Maß für den Energieumsatz darstellt. Zur Erzeugung von 1 mkg Arbeit wurde dabei verbraucht beim Drehen des Rades mit einem Arm:

	a		b		c		
nach einer Arbeitszeit von . .	3	7	4	$8\frac{3}{4}$	3	9	Minuten
Sauerstoff	3,0	3,25	3,11	3,53	3,92	4,23	ccm

Beim Drehen mit beiden Armen wurden im Durchschnitt verbraucht: Nach $4\frac{3}{4}$ Minuten 3,18 und nach $8\frac{1}{2}$ Minuten 3,62 ccm Sauerstoff für jedes Meterkilogramm Arbeit. Die Vermehrung des Energieverbrauchs infolge der Ermüdung erreicht hier ca. 14% der ursprünglichen Höhe. Auch N. Zuntz und Schumburg[3]) fanden bei marschierenden Personen allmähliche Steigerungen bis zu 18,7%.

3. Die quantitative Verwertung der einzelnen Nährstoffe, sowie ganzer Futtermittel zur Erzeugung nutzbarer Kraft.

Die Verwertung der einzelnen Nährstoffe. — Unsere bisherigen Betrachtungen bezogen sich in der Hauptsache nur auf die Ausnutzung der Gesamtenergie, welche in einer gemischten Nahrung den Tieren zugeführt wird. Wir haben nunmehr weiter zu erörtern, wie sich Eiweiß, Fett und Kohlenhydrat im einzelnen als Kraftquellen verhalten. Von drei Untersuchungsreihen, welche von N. Zuntz und dessen Mitarbeitern ausgeführt sind und welche sich auf die Beobachtung des Gaswechsels gründen, befaßt sich die erste[4]) hauptsächlich mit der Frage, ob Fett und Kohlenhydrat sich bei der Kraftproduktion verschieden verhalten. Ein Hund wurde, um diese Frage zu beantworten, mit verschiedener Nahrung versehen, und der Gaswechsel des Tieres sowohl bei Ruhe als bei

[1]) Siehe hierzu auch N. Zuntz und Schumburg, Physiologie des Marsches 1901, S. 279.

[2]) Archiv für die ges. Physiol. 49. Bd., 1891, S. 413.

[3]) Zuntz und Schumburg, Physiologie des Marsches 1901, S. 278.

[4] N. Zuntz und Löb, Archiv für Anatomie und Physiologie 1894, S. 541.

Arbeit im Tretrade bestimmt. Auf 1 kg Körpergewicht und 1 m durchlaufenen Weg (einschl. schwachem Anstieg) wurden folgende Werte gefunden:

Nahrung	Respiratorischer Quotient	Energie-Verbrauch cal
Eiweißreiche Kost	0,78	2,58
Hauptsächlich Fett	0,74	2,43
Desgl.[1]	0,71	2,71
Viel Zucker mit Eiweiß	0,83	2,58
Eiweißarme Kost, viel Zucker	0,88	2,63

Die Abweichungen im Energieverbrauch sind hiernach nicht groß und zeigen keinerlei Abhängigkeit von der Art der zugeführten Nährstoffe. Die Erzeugung der gleichen Menge Muskelkraft scheint somit unter gleichbleibenden Verhältnissen der Arbeitsleistung stets dieselbe Menge Energie zu benötigen, einerlei ob letztere fast ganz aus Eiweiß, aus Fett oder Kohlenhydrat stammt. Mit diesen Schlußfolgerungen stehen auch die Ergebnisse der beiden anderen Versuchsreihen im Einklang. So wurde von H. N. Heinemann[2]) für die von einem Arbeiter am Drehrade geleistete Arbeit auf 1 mkg folgender Energieverbrauch festgestellt:

Nahrung, vorwiegend bestehend aus

Eiweiß	11,92 cal
Kohlenhydrat	11,54 „
Fett	9,53 „
Eiweiß	10,78 „
Fett	9,55 „

Die Versuche, welche hier in ihrer natürlichen Zeitfolge aufgeführt sind, lassen erkennen, daß der Energieaufwand für die Arbeitseinheit infolge der Übung im Drehen des Rades allmählich abnahm. Sie zeigen aber auch, daß der Unterschied in der Verwendung der einzelnen Nährstoffe zur Kraftproduktion nicht groß gewesen sein kann. — Auch in der 3. Versuchsreihe, von J. Frentzel und F. Reach[3]) trat der Einfluß der Übung hervor. Die Arbeit wurde hier durch Gehen bezw. Steigen auf einer Tretbahn geleistet und an Energie für die Fortbewegung von 1 kg Masse um 1 m z. B. von Reach verbraucht:

1. Woche,	Fettnahrung	2,259 cal
2. „	Kohlenhydratnahrung	2,202 „
3. „	Fettnahrung	2,034 „
4. „	Kohlenhydratnahrung	2,005 „

Allen diesen Beobachtungen darf man *vorläufig* entnehmen, daß *bei der Krafterzeugung die einzelnen Nährstoffe sich nach Maßgabe ihres*

---

[1]) Das Tier war hier durch Einnahme von Phloridzin kohlenhydratarm gemacht worden.

[2]) Archiv für die ges. Physiol. 83. Bd., 1901, S. 440 und Zuntz, ebenda S. 565.

[3]) Ebenda S. 477 bezw. S. 565.

Vorrates an nutzbarer Energie, also nach isodynamen Werten vertreten. Unter „nutzbarer“ Energie ist hier freilich derjenige Teil der potentiellen Energie der verdauten Nährstoffe zu verstehen, welcher nach Abzug der Kau- und Verdauungsarbeit noch verfügbar bleibt.

b) Die Verwertung ganzer Futtermittel. — Unter den beiden Tierklassen, dem Rind und Pferd, welche hauptsächlich zur Arbeit benutzt werden, sind Untersuchungen über die Verwertung des Futters zur Erzeugung von Muskelkraft bis jetzt nur mit Pferden ausgeführt worden. Beim Rinde sind wir daher vorläufig nur auf Schätzungen angewiesen,[1]) bei denen uns aber die an Pferden und anderen Tiergattungen erzielten Ergebnisse, sowie die Untersuchungen des Verfassers über die Verwertung der Futterstoffe zum Ansatz wesentlich unterstützen. Auch bezüglich der Futterverwertung durch das Pferd bestehen trotz der höchst verdienstvollen Untersuchungen von N. Zuntz und dessen Schülern — wie der genannte Forscher selbst ausgesprochen hat — noch mancherlei Unklarheiten.

Um die Energiemenge berechnen zu können, welche in einem gegebenen Futter zur Erzeugung von Muskelkraft zur Verfügung steht, muß man einerseits den physiologischen Nutzwert (S. 65), andrerseits den Arbeitsaufwand kennen, welchen der Verzehr und die Verdauung der einzelnen Futtermittel oder deren Bestandteile verursachen. Für das Rind sind diese Werte ziemlich vollständig auf direktem Wege festgelegt worden (S. 85, 89 u. 94), und wir werden uns daher im folgenden auf die Besprechung der Verhältnisse beim Pferde beschränken können. Für diese Tierklasse haben Zuntz und Hagemann die erforderlichen Werte in folgender Weise aufgestellt:

a) Der physiologische Nutzwert der organischen Substanz, welche aus 5 Rationen verdaut wurde, die aus Hafer, Wiesenheu und Strohhäcksel bestanden, stellte sich nach Abzug der Harn- und Methanausscheidung für 1 g auf 3,95, 3,93, 3,99, 3,96, 3,95, im Durchschnitt auf 3,96 Cal, eine Zahl, die sich bei fettreicherem oder stärkemehlreicherem Futter nur in der zweiten Dezimale ändern würde.[2])

b) Von dem eben berechneten Betrage ist zunächst der Aufwand abzuziehen, welchen die Arbeit des Fressens bedingt. Zuntz und Hagemann haben diesen Aufwand direkt bestimmt,[3]) indem sie den Gaswechsel während der Futteraufnahme, sowie die Dauer des Fressens bei verschiedenen Rationen feststellten und von dem hierbei beobachteten Energieverbrauch die entsprechenden Ruhewerte abzogen. Da nun aber unmittelbar nach dem Eintritt des Futters in den Magen die Resorption gelöster Nährstoffe und die Verdauungsarbeit beginnt, so wäre es erforderlich gewesen, diese Arbeit abzurechnen. Bei dem Mangel jedweden sicheren Anhalts zur Abschätzung des Umfanges dieser beginnenden Verdauungsarbeit hat man jedoch von der beregten Korrektur ganz abgesehen. Die betreffen-

[1]) Siehe hierzu Teil III, Kap. 5.

[2]) Landw. Jahrbücher 27. Bd., 1898, 3. Ergänzungsband S. 239, 246 und 418.

[3]) Ebenda S. 271.

den Beobachtungen ließen durchweg eine sehr beträchtliche Steigerung des Energieverbrauches als Folge des Fressens erkennen, indem sich der Sauerstoffverbrauch pro Kilogramm Futter durchschnittlich erhöhte

bei dem Verzehr von Wiesenheu um	34,45 l
bei einer Mischung von 6 Teilen Hafer auf 1 Teil Häcksel um .	12,5 „
bei 6 Teilen trocknem, unzerkleinertem Mais auf 1 Teil Häcksel um	7,75 „
beim Verzehr von grüner Luzerne um	5,8 „

Auf der Grundlage des beim Fressen beobachteten Gaswechsels berechnet sich, daß die Kauarbeit beträgt für

1 kg Wiesenheu	167,4 Cal
1 „ der Hafer-Häckselmischung	64,2 „
1 „ der Mais-Häckselmischung	35,7 „
1 „ grüne Luzerne	30,4 „

Am höchsten stellt sich also die Kauarbeit bei dem Wiesenheu, am niedrigsten bei der Mischung von Mais und Häcksel. Es will hiernach scheinen, als ob die Zerkleinerung des Maises keiner großen Anstrengung des Gebisses bedarf. Interessant ist ferner das mit grüner Luzerne erlangte Ergebnis; im Vergleich zum Wiesenheu, dessen Verzehr einen Energieverbrauch von 167,4 Cal pro Kilogramm bedingte, würde die Aufnahme einer gleichen Menge Trockensubstanz in Form des Grünfutters nur 103,4 Cal Energie erfordern, d. i. 38,2% weniger als beim Heu. Geht man von dem Umsatz des nicht arbeitenden Pferdes aus, so würde die Freßarbeit beim Verzehr von 6 kg Hafer, 6 kg Heu und 1 kg Häcksel nicht weniger als 11% des gesamten Energiebedarfs verschlingen, beim Verzehr von 10,5 kg Heu sogar 15%. Die mechanische Arbeit, welche auf das Kauen zu verwenden ist, spielt also auch im Energiehaushalte des Pferdes eine nicht gering zu achtende Rolle.

c) Zu der Kauarbeit gesellt sich des weiteren der auf die Verdauung des verzehrten Futters entfallende Verbrauch an Energie. Nach Beobachtungen am Menschen, Hund und Schweine ist der Aufwand für die Verdauung und Resorption solcher Futterstoffe, die wie Fleisch, Reis, Brot usw. keine oder nur wenig Rohfaser enthalten, auf 9% der gesamten, in den verdauten Nährstoffen vorhandenen Energie zu schätzen. Wesentlich höher erscheint dieser Aufwand, wenn es sich um rohfaserreiche Futterstoffe handelt. Um hierüber Klarheit zu verschaffen, haben Zuntz und Hagemann[1]) bei verschiedenen Rationen den Gaswechsel in gleichem Verdauungsstadium, 2,6—2,7 Stunden nach der Fütterung untersucht und stellen zwei Versuchsreihen einander gegenüber. In der einen war nur Heu, in der anderen Hafer, Heu und Strohhäcksel verzehrt worden. Sie erhalten dabei folgende Vergleichszahlen:

[1]) A. a. O. S. 276.

	Nährstoff verdaut	Rohfaser im Futter	pro kg und Minute verbraucht Sauerstoff	Energie
Heuperiode . .	4125 g	2759 g	3,9837 ccm	19,552 cal
Haferperiode . .	5697 „	2111 „	3,6986 „	18,339 „
Heuperiode . .	—1572 g	+648 g	+0,2851 ccm	+ 1,213 cal

„Bei dem Gewichte des Pferdes in Periode c (Heu) = 442,2 kg bedeutet das Mehr von 1,213 cal pro Kilogramm und Minute für das ganze Tier und 24 Stunden = 722 Cal. Wäre aus dem Heu dieselbe Menge Nährstoff resorbiert worden wie aus dem Normalfutter, so könnte man den vermehrten Stoffwechsel einfach als das Äquivalent der größeren Arbeit, welche das Heu durch seine physikalische Beschaffenheit bedingt, ansehen. Diese besondere Beschaffenheit ist chemisch charakterisiert durch den großen Gehalt an Rohfaser (648 g mehr als in der Haferperiode). Die Wirkung dieser 648 g Rohfaser ist aber faktisch größer, als sie hier erscheint, weil die Resorption der in der Haferperiode mehr zugeführten 1572 g Nährstoff, vorwiegend Stärke, ihrerseits eine nicht unerhebliche Arbeit bedingt." Für diese Arbeit wurden nun 9% des Verdauten (1572 g) eingesetzt;[1]) 1572 g Nährstoff, das Gramm zu 4,1 Cal[2]) angenommen, sind 6445 Cal, wovon 9% = 580 Cal für ersparte Arbeit zu rechnen sind. „Das Mehr von 648 g Rohfaser in der Heuperiode hat also nicht nur diese Ersparnis von 580 Cal kompensiert, sondern noch den Umsatz um 772 Cal gesteigert, im ganzen also eine Verdauungsarbeit bedingt von 772 + 580 = 1352 Cal." — Auf 1 g Rohfaser entfällt somit eine Mehrarbeit von 2,086 Cal.

Da nun die Kauarbeit, wenn auch nicht genau, so doch annähernd dem Rohfasergehalt des Futters proportional verläuft, so haben Zuntz und Hagemann[3]) den auf die Futteraufnahme entfallenden Energieaufwand ebenfalls auf die Menge der verzehrten Rohfaser berechnet und gefunden, daß dieser Aufwand pro 1 g Rohfaser beträgt

bei ausschließlichem Verzehr von Heu	0,66 Cal
„ einer Mischung 6/7 Hafer und 1/7 Häcksel	0,46 „
„ „ „ 6/7 Mais und 1/7 „	0,48 „
„ grüner, im Beginn der Blüte stehender Luzerne . . .	0,37 „

Nach diesen Daten würde für Futtermischungen, die 2/3 der Rohfaser in Rauhfutter und 1/3 in Kraftfutter enthalten, für die Kauarbeit pro Gramm Rohfaser 0,60 Cal, wenn sie 1/3 in Rauhfutter und 2/3 in Kraftfutter enthalten, 0,53 Cal zu rechnen sein, wobei für die übrigen Nährstoffe keine Kauarbeit in Ansatz zu bringen wäre. Im allgemeinen würde man nach den genannten Forschern keinen erheblichen Fehler begehen, wenn man auf das Gramm verfütterte Rohfaser den Mittelwert 0,565 Cal annimmt. Man hätte dann diesen Betrag zu der oben ermittelten Verdauungsarbeit von 2,086 Cal hinzuzurechnen

---

[1]) Es ist dies der von M. Rubner für menschliche Kost ermittelte Wert.

[2]) A. a. O. S. 276.

[3]) Ebenda.

und demzufolge für jedes Gramm verzehrte Rohfaser 2,65 Cal für Kau- und Verdauungsarbeit zu rechnen.

Für die Berechnung desjenigen Teiles der Energie, welche bei der Verfütterung der einzelnen Futtermittel in der Form nutzbarer Muskelkraft gewonnen werden kann, würden nun nach den vorangegangenen Darlegungen der Ansicht von Zuntz und Hagemann zufolge die nachstehenden Grundwerte zur Anwendung kommen können:

1. Für dem Tiere in den verdauten Nährstoffen zugeführte Energie — nach Abzug der Verluste durch Harn- und Methanbildung — auf 1 g Nährstoff[1] . . . . 3,96 Cal
2. Für die Verdauungarbeit 9% des physiologischen Nutzwertes, also pro 1 g verdauten Nährstoff (3,96 × 0,9) = ... 0,3564 „
3. Für die Kau- und erhöhte Verdauungsarbeit von 1 g verzehrter Rohfaser . . . . 2,65 „

Mit Hilfe dieser Zahlen könnte man berechnen, um welchen Betrag an wirtschaftlich nutzbarer Muskelkraft sich die Leistungsfähigkeit eines Pferdes erhöhen ließe, wenn man 1 kg Hafer, Wiesenheu oder Weizenstroh einer gegebenen Ration zulegt.[2])

a) Hafer. — 1 kg desselben enthält an Gesamtrohfaser 100 g, an verdaulichen Nährstoffen 100 g Rohprotein, 456 g stickstofffreie Extraktstoffe und Rohfaser, 44 g Fett. Die Summe der verdaulichen Nährstoffe (Fett × 2,4) beträgt 662 g; diese zu 3,96 Cal pro Gramm geben . . . . . . 2622 Cal

Hiervon gehen ab:

9% für Verdauungsarbeit	236 Cal	
für 100 g Rohfaser (1 g = 2,65 Cal)	265 „	
Gesamtverlust		501 Cal
Mithin Energiezufuhr		2121 „
Hiervon wirtschaftlich verwertbar 31,3%		664 „
entsprechend Meterkilogramm		282200 „

b) Wiesenheu. — Gehalt in 1 kg: 279 g Gesamtrohfaser; an verdaulichen Nährstoffen 59 g Rohprotein, 328 g Rohfaser und stickstofffreie Extraktstoffe, 5 g Fett; zusammen an verdaulichen Nährstoffen 399 g; 1 g zu 3,96 Cal = 1580 Cal

Hiervon gehen ab:

9% für die Verdauungsarbeit	142 Cal	
für 279 g Rohfaser (1 g = 2,65 Cal)	739 „	
Gesamtverlust		881 „
Mithin Energiezufuhr		699 Cal
Davon 31,3% wirtschaftlich verwertbar		219 „
entsprechend Meterkilogramm		93075 „

[1]) Die Summe der in einem Futtermittel vorhandenen Nährstoffe wird hier berechnet durch Addition der verdaulichen Stickstoffsubstanz, stickstofffreien Extraktstoffe, Rohfaser und des verdaulichen Rohfettes, letzteres mit 2,4 multipliziert.

[2]) Die Zahlen über den Gehalt und die Verdauung der Futtermittel sind den Wolffschen Zusammenstellungen entnommen.

c) Weizenstroh. — Gehalt in 1 kg: 415 kg Gesamtrohfaser und an verdaulichen Stoffen 6 g Rohprotein, 172 g Kohlenhydrat einschließlich Rohfaser und 0 g Fett; im ganzen 178 g verdauliche Nährstoffe, welche an

Energie enthalten (1 g = 3,96 Cal)		705 Cal
Hiervon gehen ab:		
9 % für die Verdauungsarbeit	63 Cal	
für 416 g Rohfaser (1 g = 2,65 Cal)	1102 „	
Gesamtverlust		1165 „
Mithin für die Arbeit verfügbar		—460 Cal

Hiernach würden von dem Energieinhalt des Hafers an nutzbarer Arbeit nur 25,3 von dem des Wiesenheues nur 13,9 % wiedergewonnen, wogegen das Weizenstroh infolge seiner hohen Anforderungen an die Kau- und Verdauungsarbeit die Leistungsfähigkeit des Pferdes herabsetzen, also einen negativen Wert besitzen würde. Da nun alles, was an Energie aus den verdauten Stoffen nicht zur Erzeugung von Muskelkraft verbraucht wird, in Form von Wärme auftritt, so frägt es sich, ob diese unter Umständen eine Ersparnis an krafterzeugenden Nährstoffen bewirken kann. Wir werden später (Teil III, Kap. 5) sehen, daß eine solche Ersparnis nicht sehr wahrscheinlich ist.

Die hier vorgeführten Studien von Zuntz und Hagemann bewegen sich, wie man erkannt haben wird, in zweierlei Richtungen. Es ist 1. der Energieverbrauch bei verschiedenen Formen der Arbeit festgestellt (S. 203—204) und 2. zu ermitteln versucht worden, welcher Teil der aus den verdauten Nährstoffen frei werdenden Energie zur Erzeugung wirtschaftlich nutzbarer Kraft Verwendung finden kann (S. 210—213). Während nun die auf den ersten Punkt gerichteten Untersuchungen unstreitig vollsten Erfolg gehabt haben, erscheinen die Voraussetzungen, auf denen die den zweiten Punkt betreffenden Arbeiten beruhen, einer erneuten Prüfung dringend bedürftig.[1]) Man hat sich bei diesen Arbeiten, wie schon angegeben, im wesentlichen auf die Feststellung des Lungengaswechsels beschränkt, der immer nur in kurzen Perioden von 10—15 Minuten Dauer ermittelt wurde. Um nun auch die Haut- und Darmatmung berücksichtigen und aus den kurzfristigen Beobachtungen den 24stündigen Gaswechsel berechnen zu können, hat man in einem Falle auch die Kohlensäure- und Methanausscheidung mit Hilfe des Pettenkoferschen Respirationsapparates ermittelt[2]) und festgestellt, daß bei 24stündiger Beobachtung pro Kilogramm Pferd und Tag 10,465 g Kohlensäure ausgeatmet wurden. Bei den kürzeren Untersuchungen des bloßen Lungengaswechsels, die unter sonst ganz gleichen Umständen in der Zeit von 10—12 Uhr vormittags am selben Tiere angestellt worden waren, hatten sich 9,618 g Kohlensäure ergeben. Dem Verhältnis dieser beiden Zahlen

---

[1]) Siehe hierzu Th. Pfeiffer, Landw. Versuchsstationen 54. Bd., 1900, S. 101 und 56. Bd., 1902, S. 283, sowie N. Zuntz, ebenda 55. Bd., 1901, S. 117 und 56. Bd., 1902, S. 289.

[2]) F. Lehmann, O. Hagemann und N. Zuntz, Landw. Jahrbücher 23. Bd., 1894, S. 125.

(108,8 : 100) entsprechend hat man dann durchweg die Werte, welche für die Lungenatmung erhalten wurden, mit 1,088 multipliziert. In Anbetracht jedoch der großen Schwankungen, welche in den kurzen Perioden zutage traten, wird man gegenüber dem von Zuntz und Hagemann geübten Verfahren ein Gefühl der Unsicherheit nicht los. Es wäre sehr zu wünschen, daß diese wichtigste Unterlage für die Übertragung der Minuten- auf Tageswerte einer noch eingehenderen Prüfung unterzogen würde. — Ein weiterer, sehr wichtiger Punkt, der zu Bedenken Veranlassung gegeben hat, ist die S. 211 beschriebene Feststellung der Verdauungsarbeit. Hier wurden zwei Versuchsperioden miteinander verglichen, in welchen in der einen 10,5 kg Wiesenheu, in der anderen 6 kg Hafer, 1 kg Häcksel und 4,75 kg Heu verzehrt wurden. In keinem der beiden Versuche ist die Verdauung des Futters, auf welcher die ganze Rechnung fußt, auf direktem Wege, d. h. auf Grund der Kotuntersuchung bestimmt worden, sondern man hat sich damit begnügt, die Ausnutzung der Heuration nach Mittelzahlen, die des gemischten Futters durch Kombination anderer Versuche zu berechnen. Ein derartiges Verfahren kann zu argen Täuschungen führen und sollte da, wo es sich, wie im vorliegenden Falle, um die Ermittlung von Werten von so fundamentaler Bedeutung handelt, nicht zur Anwendung kommen. Genügende Sicherheit kann hier nur die direkte Bestimmung der Größe der Verdauung gewähren. — Es kommt noch ein weiterer Einwand dazu: Mögen bei der gemischten Ration sich die zwischen 10—12 Uhr vormittags beobachteten Minutenwerte vielleicht auf den Zeitraum von 24 Stunden übertragen lassen, so ist es doch stark zu bezweifeln, ob diese Übertragbarkeit auch bei der ausschließlichen Verfütterung von Heu besteht; denn die Dauer der Verdauungsarbeit ist bei einer Haferration sicher anders geartet als bei einer Heuration. Darum erscheinen uns die Werte, welche Zuntz und Hagemann für die Verdauungsarbeit aufgestellt haben, nicht sicher genug. Die beiden Forscher haben auch selbst die Meinung ausgesprochen, ihre Zahlen für die Verdauungsarbeit der Rohfaser seien zu hoch ausgefallen. — Wenn nun auch gegen diesen Teil der Untersuchungen Bedenken erhoben werden müssen, so wird man den andern Teil, der sich mit dem Energieverbrauch bei verschiedenen Formen der Arbeitsleistung beschäftigt, sowie die Begründung der hierzu benutzten Methode zu den hervorragendsten Leistungen auf dem Gebiete der Ernährungslehre zu rechnen haben.

Es fehlt hiernach gegenwärtig noch an einer sicheren Grundlage, die Menge nutzbarer Kraft zu berechnen, welche das Pferd nach dem Verzehr verschiedenartiger Futterstoffe zu erzeugen vermag. Bei der Mannigfaltigkeit des für die Verfütterung verwendbaren Materials erscheint es dem Verfasser überhaupt zweifelhaft, ob sich jemals eine alle Futtermittel umfassende Formel von der Art der Zuntz-Hagemannschen aufstellen lassen wird. Die Verschiedenartigkeit der Futtermittel ist zu groß, die Form der in ihnen enthaltenen Rohfaser zu wechselnd, als daß die Verdauungsarbeit, welche dieser Futterbestandteil hervorruft, sich in einen mathematischen Ausdruck von allgemeiner Anwendbarkeit kleiden lassen wird. Es wird uns demzufolge kaum ein anderer Weg übrigbleiben, als die Haupttypen der Futtermittelgruppen systematisch zu prüfen und

Tägliches Futter	Für die Arbeit verfügbar: Stärkewert g	Für die Arbeit verfügbar: entsprechend nutzbarer Arbeit mkg	Wirklich beobachtete Leistung mkg
1891—92			
7 kg Heu, 4,5 kg Hafer	1587	845 871	931 676
7 „ „ 5,5 „ „	2207	1 176 331	1 129 568
5,5 „ „ 7,0 „ „	2248	1 198 184	1 094 328
Durchschnitt	2014	1 073 462	1 051 854
1892			
7,5 kg Heu, 4,0 kg Hafer	1846	983 918	1 074 802
4,5 „ „ 5,5 „ „ 1 kg Stroh . .	2255	1 201 915	1 153 813
4,5 „ „ 5,0 „ Körner[1]), 1,5 kg Stroh	1720	916 760	912 454
4,5 „ „ 5,0 „ „ [2]), 1,5 „ „	2024	1 078 792	1 186 577
7,5 „ „ 4,5 „ Hafer	2139	1 140 087	1 188 388
Durchschnitt	1997	1 064 294	1 103 207
1892—93			
7,5 kg Heu, 4,0 kg Hafer	1713	913 029	897 678
7,5 „ „ 5,5 „ „	2531	1 349 023	1 280 687
6,0 „ „ 5,5 „ „	1902	1 013 766	905 568
6,0 „ „ 5,5 „ „ 1 kg Stroh . .	2258	1 203 514	1 167 127
4,0 „ „ 7,5 „ „ 1 „ „ . .	2733	1 456 689	1 421 285
4,0 „ „ 7,5 „ „ 2 „ „ . .	2831	1 508 923	1 549 620
Durchschnitt	2328	1 240 824	1 203 661
1893—94			
6,5 kg Heu, 4,0 kg Hafer, 1 kg Stroh . .	1740	927 420	900 267
2,0 „ „ 7,0 „ „ 2,5 kg Stroh .	2851	1 519 583	1 549 262
3,0 „ „ 7,0 „ Körner[3]), 1,5 kg Stroh	2625	1 399 125	1 545 702
3,0 „ „ 6,5 „ „ [4]), 2,5 „ „	3150	1 678 950	1 673 786
Durchschnitt	2592	1 381 270	1 417 254
Durchschnitt aller Versuche	2242	1 195 104	1 197 921

in jedem Falle die Arbeit zu messen, zu der das Tier nach der Zulage einzelner Futtermittel zu einer Grundration befähigt wird.

Da man zurzeit gezwungen ist, bei der Berechnung der Rationen für Pferde die Zahlen für die Verdaulichkeit der Futterstoffe zugrunde zu legen, welche am Wiederkäuer ermittelt worden sind, so erschien es dem Verfasser

[1]) 3 kg Hafer und 2 kg Ackerbohnen.

[2]) 3 kg Hafer und 2 kg Mais.

[3]) 3 kg Hafer und 4 kg Ackerbohnen.

[4]) 1 kg Hafer, 4 kg Mais und 1,5 kg Ackerbohnen.

wünschenswert zu untersuchen, ob diese Zahlen, die S. 165—172 vorgeführt worden sind, nicht auch zur Berechnung der Arbeitsleistungen des Pferdes herangezogen werden können. Der Wiederkäuer verdaut ja aus vielen Futtermitteln mehr als das Pferd, er verwendet auf die Zerkleinerung des Futters aber auch mehr Kraft und zerstört auch einen größeren Teil der im Kote nicht wiedererscheinenden Futterbestandteile durch Gärung und Fäulnis. Möglicherweise kompensieren sich diese größeren Verluste in der Nahrungsverwertung beim Rinde mit der Minderverdauung beim Pferde. Große Hoffnung auf Erfolg hat der Verfasser indessen nicht gehegt, als er nach vielfachen vergeblichen Bemühungen anderer Art sich entschloß, den beregten Verhältnissen nachzuspüren. Der Weg, der hierbei eingeschlagen werden mußte, war vorgezeichnet. Es konnten nur solche Untersuchungen berücksichtigt werden, bei denen das verzehrte Futter direkt untersucht, und die jeweilige Arbeitsleistung wenigstens annähernd genau bestimmt worden war. Diesen Anforderungen entsprechen zurzeit vor allem die Untersuchungen Wolffs, welche wir S. 206 bereits vorgeführt haben, im ganzen 18 Versuchsreihen mit Futter von sehr wechselnder Beschaffenheit. Unter Benutzung der Originalzahlen Wolffs über die Zusammensetzung der von ihm angewandten Futtermittel wurde der Gehalt der Rationen an verdaulichen Nährstoffen mit Hilfe der am Wiederkäuer (Rind) festgestellten mittleren Verdauungskoeffizienten berechnet, und auf Grund der eignen Beobachtungen des Verfassers (S. 164—172) der Produktionswert so ermittelt, wie wenn die Rationen an volljährige Ochsen verfüttert worden wären. Bei dem ersten der in vorstehender Tabelle verzeichneten Versuche (1891—92, 7 kg Heu und 4,5 kg Hafer) ergab sich z. B. ein Produktionswert von 1,222 kg Körperfett d. i. ein Stärkewert von 4,887 kg (248 g Körperfett = 1 kg Stärkewert). Da nun nach den Beobachtungen Wolffs das 500 kg schwere Pferd jener Versuchsreihe 3,300 kg rohfaserfreien Nährstoff vom Stärkewert zur bloßen Lebenserhaltung brauchte, so waren im vorliegenden Falle nur 1,587 kg Stärkewert für die Arbeitsleistung übrig; da ferner, wie später (Teil III, Kap. 5) gezeigt werden wird, 1 g Stärkewert = 533 mkg Arbeit ist, so berechnet sich für die dem Futter entsprechende Leistung ein Betrag von 845871 mkg. In dieser Weise ist die gegenüberstehende Tabelle zustande gekommen. (Siehe die Tabelle S. 216.)

Zwischen den berechneten und wirklich beobachteten Arbeitswerten zeigt sich hier eine ganz überraschende Übereinstimmung. Freilich darf man bei dem Vergleich der zusammengehörigen Zahlenpaare nicht vergessen, daß Wolffs Ergebnisse ihrer Entstehung nach keine absolute, sondern nur eine angenäherte Genauigkeit besitzen. Als Maßstab für die Leistungsfähigkeit des Tieres hat Wolff nämlich, wie früher angegeben, die Lebendgewichtsveränderungen angenommen und dementsprechend bei jeder Fütterungsweise die Anforderungen an die Arbeitskraft des Pferdes solange variiert, bis das höchste Maß von Arbeit erreicht war, bei dem das Körpergewicht gerade noch eine Zeitlang gleichblieb. Sank das Gewicht, so ermäßigte man die Tagesarbeit um 50—100 Göpelumgänge = 125000 bis 256000 mkg und war dementsprechend nicht in der Lage, die höchstmögliche Leistung genauer als bis auf 70000—100000 mkg zu bestimmen. Da

sich derartige Beobachtungsfehler nur in den Durchschnittszahlen aus größeren Versuchsreihen ausgleichen können, so kann die Beurteilung des vom Verfasser eingeschlagenen Rechnungsverfahrens sich auch nur auf einen Vergleich der Durchschnittswerte gründen. Setzt man nun die wirklich beobachtete Leistung gleich 100, so stellt sich die berechnete Arbeit

in der Reihe	1891/92	auf	102,1
„ „ „	1892	„	96,5
„ „ „	1892/93	„	103,1
„ „ „	1893/94	„	97,5
im Durchschnitt aller Versuche		„	99,8

Wenn man bedenkt, wie verschiedenartig die Futtermischungen waren, die zu Wolffs Untersuchungen dienten, so wird man nicht umhin können, dem Rechnungsverfahren des Verfassers, das zwar nur ein Notbehelf ist, einen nicht zu unterschätzenden Grad der Zuverlässigkeit zuzuerkennen. Solange uns hier eben ein vollständiger Überblick über die Verdauung der verschiedenen Futtermittel fehlt, wird man die Rationen für Arbeitspferde unbedenklich nach dem Verhältnis der am Rinde ermittelten Stärkewerte[1]) berechnen und die zu verwendenden Futterstoffe auf derselben Grundlage beurteilen und auswählen können.[2]) Eine Unsicherheit besteht, soweit unsere Kenntnisse reichen, nur bei den zuckerhaltigen Stoffen, die beim Pferde jedenfalls besser wirken als beim Wiederkäuer.

---

[1]) 1 g Stärkewert = 533 mkg wirklich nutzbare Kraft.

[2]) Aus den vergleichenden Versuchen, die Wolff über die Verdauung der Futtermittel durch Pferde und Schafe angestellt hat, berechnet sich, daß je 1 kg Wiesenheu oder Hafer folgende Mengen nutzbarer Kraft liefern sollen:

	Wiesenheu mkg	Hafer mkg
nach dem Verfasser	170500	326462
„ Zuntz und Hagemann (S. 213)	93075	282200

Nach der Formel von Zuntz und Hagemann ergeben sich hiernach erheblich niedrigere Arbeitswerte als nach dem Rechnungsverfahren des Verfassers.

Zweiter Teil.

Die Futtermittel, ihre Eigenschaften, Konservierung, Zubereitung und Verwendbarkeit.

Erstes Kapitel.

Nährstoffgehalt, Bekömmlichkeit und Haltbarkeit der Futtermittel.

Zu den Futtermitteln sind nur diejenigen Stoffe zu rechnen, welche organische oder mineralische Nährstoffe in einer vom tierischen Organismus verwertbaren Form enthalten und, innerhalb der durch den praktischen Gebrauch festgestellten Grenzen verfüttert, keine schädlichen Wirkungen äußern. Demnach fallen unter diesen Begriff alle giftfreien, unverdorbenen Pflanzen, Pflanzenteile und animalischen Produkte, ferner einige anorganische Substanzen, wie das Wasser, das Kochsalz und der phosphorsaure und kohlensaure Kalk, sofern alle diese Stoffe nicht gesundheitsschädliche Bestandteile oder Organismen bergen. Nicht zu den Futtermitteln dagegen gehören außer den mit Giftstoffen oder schädlichen Organismen behafteten Materialien solche Substanzen, welche wie z. B. das Torfmehl, das Ledermehl, Kohlenpulver, Sand, Erde usw. unverändert in den Kot übergehen oder aus denen nur so wenig verdaut wird, daß der durch den Verzehr veranlaßte Energie-Aufwand nicht gedeckt wird.

Unter den Eigenschaften, welche den wirtschaftlichen Wert eines Futtermittels bestimmen, stehen in erster Linie die Art und Menge der verdaulichen Nährstoffe und deren Wirkungswert. Bei der großen Mannigfaltigkeit der Bedingungen, welche das Wachstum der Pflanzen und die technische Verarbeitung der vegetabilischen und animalischen Erzeugnisse beherrschen, ist selbstverständlich auch die Beschaffenheit der Futtermittel großen Schwankungen unterworfen. So sind es bei den Feldgewächsen die Sorte, der Boden, die Düngung, die Witterung, die Ernte- und Aufbewahrungsmethode, welche die wertbestimmenden Eigenschaften in hohem Grade beeinflussen; bei Abfällen aus technischen Gewerben kommen zu der wechselnden Beschaffenheit des Rohmaterials noch die stärkere oder schwächere Ausnützung des letzteren, die größere oder geringere Vollkommenheit des Verarbeitungsverfahrens, die Behandlung der Rückstände selbst und allerlei sonstige Verhältnisse in Betracht. Wohl läßt sich im einzelnen die Richtung bestimmen, in welcher

die Eigenschaften der Futtermittel hierdurch beeinflußt werden, aber jede dieser Einwirkungen ziffernmäßig zu verfolgen und aus der Summe aller Veränderungen den Nährwert des Produktes festzustellen, ist vorläufig eine unlösbare Aufgabe.

Es gibt hier nur einen Weg, der einigermaßen sicher zum Ziele führt das ist die chemische und mikroskopische, bezw. botanische Untersuchung. Erstere lehrt uns den Gehalt an Rohnährstoffen, letztere die Art der Formelemente kennen, die in einem gegebenen Futtermittel vorkommen; beide, zusammen oder einzeln, geben dazu Aufschluß über gewisse Qualitätsunterschiede, über Unverdorbenheit, Verunreinigung oder Verfälschung. Hat man so die Beschaffenheit und Zusammensetzung festgestellt, so läßt sich mit Hilfe der jedermann zugänglichen Tabellen über die Verdaulichkeit der Futterstoffe mit annähernder Genauigkeit der Gehalt an verdaulichen Nährstoffen berechnen. Als Regel muß hierbei freilich beachtet werden, daß unter den Verdauungskoeffizienten, welche man zu derartiger Rechnung benützt, nur solche zu wählen sind, die sich auf Futterstoff, gleicher Art und tunlichst gleicher Rohzusammensetzung beziehen. Es wäre falsch, wollte man z. B. bei der Berechnung der Verdaulichkeit eines Wiesenheues etwa die für Rotkleeheu festgestellten Werte, oder für Reisfuttermehl die Verdaulichkeitszahlen für Weizenkleie benützen. Mit Futtermitteln, die ganz neu auf dem Markte erscheinen, befasse man sich am besten überhaupt nicht, sondern warte erst ab, was durch zuverlässige Untersuchungen erfahrener Anstalten ermittelt wird. Welch groben Täuschungen man sich sonst aussetzt, möge an einem von vielen Beispielen hier gezeigt werden: Kakaoschalen enthalten nach der chemischen Analyse 9,1% Wasser, 16,1% Rohprotein, 8,2% Fett, 13,4% Rohfaser, 46,0% stickstofffreie Extraktstoffe und 7,2% Asche; sie besitzen also eine Zusammensetzung, welche derjenigen der Weizenkleie ähnlich ist. Würde man nun die Verdauungskoeffizienten dieser Kleie auf die Kakaoschalen anwenden, so würde man als verdaulich zu betrachten haben:

Organische Substanz	Rohprotein	Rohfett	Rohfaser	Stickstofffreie Extraktstoffe
58,1	12,6	5,7	4,4	35,4

während der direkte Ausnutzungsversuch folgende Zahlen ergeben hat:

32,5	0,7	6,9	2,8	22,1

Viel unsicherer als der oben bezeichnete Weg zur Feststellung des Gehaltes an Roh- und verdaulichen Nährstoffen ist die Einschätzung auf Grund äußerer Merkmale, die im allgemeinen nur bei den selbsterzeugten Futterstoffen einen Sinn hat und bei den Handelsfutterstoffen (Ölkuchen, Abfällen der Müllerei, der Gärungsgewerbe usw.) ganz im Stich läßt. Kein Vernünftiger wird sich anheischig machen, aus Griff, Farbe, Geruch oder Geschmack den Nährstoffgehalt einer Probe Ölkuchen, Gerstenfutter, getrockneter Schlempe usw. auch nur annähernd anzugeben, auch wenn ihm Maximal-, Minimal- und Mittelwerte bekannt sind. Bei ganzen Körnern, Knollen und Wurzelgewächsen, bei Heu und Stroharten liegt indessen für den Erfahrenen oft, wenn auch nicht immer, die Möglichkeit vor, verschiedene Abstufungen in den Qualitäten zu unterscheiden und diese mit Hilfe geeigneter Tabellen in Zahlen zu übersetzen. Hat man dabei

Kenntnis von den Erzeugungs- und Erntebedingungen, so wird eine solche Einschätzung dem Gebrauch von Mittelzahlen in der Regel vorzuziehen sein. Ungleich sicherer bleibt freilich auch hier die chemische Untersuchung, die zur Kontrolle solcher Schätzungen ab und zu ausgeführt werden sollte. Läßt man bei den Heu- und Stroharten auch nur den Protein-, bei den Wurzeln und Knollen den Wassergehalt bestimmen, so ist dadurch für die Beurteilung des Nährstoffgehaltes schon viel gewonnen. Der Aufwand für solche Analysen macht sich im größeren Betriebe durchweg reichlich bezahlt. Im übrigen werden unsere weiteren Beschreibungen der einzelnen Futtermittel, im Zusammenhange mit den im Anhang beigegebenen Tabellen Anhaltspunkte für die Abschätzung des Nährstoffgehaltes bieten.

Am schwierigsten gestaltet sich für den Laien die Beurteilung aller solcher Futtermittel, die in Schrot-, Mehl- oder Kuchenform gekauft werden und deren Formbestandteile mit dem bloßen Auge nicht wahrzunehmen sind. Grobe, unzulässige Verunreinigungen oder Verfälschungen mit geringwertigen, oft schädlichen und verdorbenen Abfällen, wie Sand, Erde, Kreide, Gips usw. sind hier an der Tagesordnung. Ganz besonders zu warnen ist in dieser Beziehung vor solchen Handelsfuttermitteln, deren unbestimmte Bezeichnung die Art der in ihnen enthaltenen vegetabilischen oder animalischen Stoffe nicht erkennen läßt, und deren Mischungsbestandteile in der Regel nicht einmal dem Namen nach angegeben werden. Die Höhe des Protein- und Fettgehaltes, die für solche Mischungen wohl zuweilen garantiert wird, schützt nicht vor Benachteiligung, denn es gibt auch unverdorbene Abfälle von hohem Gehalt an Protein und Fett, die aber wegen ihrer geringen Verdaulichkeit sonst keine Abnehmer finden und daher unter unbestimmtem Namen an den Mann gebracht werden. Einen solchen Abfall haben wir (S. 220) bereits in den Kakaoschalen kennen gelernt, die zwar einen nicht unbeträchtlichen Gehalt an Protein aufweisen, von dem aber nur eine verschwindend geringe Menge verdaulich ist. Wir führen hier in dem Mowrahmehl einem aus Früchten tropischer Bassiaarten hergestellten, in seiner Heimat für giftig geltenden Abfall einen weiteren Repräsentanten dieser Art vor und fügen noch einige andere für Fälschungszwecke beliebte Substanzen hinzu.[1])

Prozentische Zusammensetzung.

	Mowrahmehl	Erdnußhülsen	Kaffeeschalen	Reisspelzen[2])	Haferspelzen[2])	Hirseschalen[3])	Olivenkernmehl[4])
Wasser	7,8	10,1	11,3	11,0	11,0	11,6	12,7
Rohprotein	26,7	7,2	3,0	2,7	2,0	3,9	2,2
Fett	7,1	2,9	0,4	1,5	0,7	1,2	0,9
Stickstofffreie Extraktstoffe	37,1	18,5	20,7	29,7	52,0	27,9	28,1
Rohfaser	11,6	59,1	63,7	40,0	28,9	45,8	53,7
Asche	9,7	2,2	0,9	15,2	5,4	9,5	2,4

[1]) O. Kellner, Zentralblatt für Agrikulturchemie 32. Jahrg., 1903, S. 234

[2]) Fr. Lehmann, Landw. Jahrbücher 57. Bd., 1898, 2. Ergänzungsband S. 327.

[3]) F. Honcamp, Landw. Versuchsstationen 64. Bd., 1906, S. 447.

[4]) Arb. d. Versuchsstation Möckern, noch nicht veröffentlicht.

Gehalt an verdaulichen Nährstoffen in Prozenten:[1])

	Mowrahmehl	Erdnußhülsen	Kaffeeschalen	Reisspelzen	Haferspelzen	Hirsespelzen	Olivenkernmehl
Rohprotein . .	3,1	2,6	0,2	0,3	—	0,8	0,3
Fett	6,0	2,9	Spur	1,0	0,3	—	0,6
Stickstofffreie Extraktstoffe .	6,3	7,2	2,6	10,4	18,9	3,0	3,6
Rohfaser . .	6,3	2,0	7,8	0,3	9,4	1,9	4,1
Organische Substanz .	21,7	14,7	10,6	12,0	28,5	5,7	8,6

Wie diese Zahlen lehren, besitzen derartige als Bestandteil von „Kraftfuttermitteln“ auftretende Stoffe nicht einmal den Wert geringer Stroharten. Schutz vor Benachteiligungen gewährt hier nur die mikroskopische Untersuchung.

Über die Bekömmlichkeit der einzelnen Futtermittel und derjenigen Mengen, welche ohne schädliche Nebenwirkung zu äußern, an die verschiedenen Tiergattungen verfüttert werden können, hat die Erfahrung bestimmte Anhaltspunkte geschaffen, die wir bei der Besprechung der einzelnen Futtermittel angeben werden. Im großen und ganzen genügen für normal beschaffene, hinreichend lange erprobte Futtermittel die in Geltung befindlichen Normen. Doch darf nicht außer acht gelassen werden, daß man mit der Behauptung, diesem oder jenem Futtermittel sei eine besondere spezifische Wirkung eigen, im einzelnen viel zu weit gegangen ist. Vieles von diesen Behauptungen rührt aus der Zeit der „Heuwerte“ her, in der man es sich zur Aufgabe gesetzt hatte, auf sogenanntem praktischen Wege zu ermitteln, welche Mengen anderer Futterstoffe nötig sind, um ein gegebenes Quantum Wiesenheu zu ersetzen. Daß man bei der Beantwortung solcher Fragen größere Gaben der Heuersatzstoffe in die Ration einführte, ist aus der Literatur ersichtlich, und daß man hierbei manches auf die Bekömmlichkeit schob, was wir heute der unzweckmäßigen Nährstoffmischung oder der zu großen Menge zuschreiben würden, liegt auf der Hand. Manches ist durch Überlieferung bis in unsere Tage hinein erhalten geblieben und wird weiter gelehrt, obwohl es längst widerlegt ist oder sich bei näherer Untersuchung als unzutreffend herausstellen würde. Auch heutzutage kommt es noch zuweilen zu lokalen oder allgemeinen Legendenbildungen über einzelne Futterstoffe, wobei unzweckmäßige Anwendung, Verdorbenheit des Futters, unvermittelter Übergang zu der neuen Ration und manches andere beitragen mag. Was von zuverlässiger Seite in dieser Hinsicht verbürgt und gesichert ist, bleibt freilich nicht minder wertvoll, wie die Kenntnis des Nährstoffgehaltes oder der Verdaulichkeit. Wer aber in jedem Futtermittel „spezifische“ Wirkungen vermutet, die man doch nur in wenigen Fällen kennt, der befindet sich nicht auf dem Boden der Tatsachen.

An sich gute, vorzüglich wirkende Futtermittel können freilich schädliche Eigenschaften annehmen, wenn sie von Rost und Brand, Schimmel oder Bakterien befallen, von Milben und Würmern zerfressen werden oder einen Zusatz fremder

[1]) Sämtliche Stoffe wurden in Ausnützungsversuchen mit Schafen geprüft.

Stoffe erhalten haben. In extremen Fällen, bei starken Anzeichen des Befalls, der Verderbnis oder eines Giftgehaltes, wird man solche Materialien überhaupt nicht in die Krippe bringen. Anders aber liegen die Verhältnisse und weit schwieriger sind sie zu beurteilen, wenn sich eine abnorme Beschaffenheit nur in geringerem Grade bemerkbar macht. Mit der bloßen Empfehlung zur Vorsicht bei der Verfütterung ist es hier nicht getan, und selbst probeweise Verabreichung an minderwertige oder kleinere Tiere (Schafe, Kaninchen, Hühner) schützt nicht sicher vor Verlusten; denn nicht immer äußert sich die Wirkung einer schädlichen Substanz in wenigen Tagen, sondern tritt zuweilen erst nach Wochen und Monaten in chronischer Form auf und ist dann um so schwieriger zu bekämpfen; auch spielen hier die Besonderheiten der Veranlagung der Tiere, die Empfindlichkeit, die sehr verschieden ist, der Gesundheits- und Trächtigkeitszustand eine wichtige Rolle.

Im einzelnen können folgende Umstände eine schädliche Wirkung des Futters herbeiführen:[1])

1. Die Beimischung von Sand, Erde und Flugasche. In der Regel werden diese unverdaulichen Stoffe mit dem Kote aus dem Körper unverändert ausgeführt und schaden oft selbst in auffallend großen Mengen nichts. Zuweilen aber häufen sich dieselben im Verdauungsschlauche an, vereinigen sich zu Ballen und Klumpen oder überziehen die Schleimhäute mit einer dichten Schicht und lagern sich beim Wiederkäuer zwischen die Falten des Blättermagens ein. Erhebliche Verdauungsstörungen, Verstopfung und selbst der Tod sind dann die Folge. Wo hier die Grenze eines zulässigen Gehaltes an solchen Stoffen liegt, ist nicht bekannt. Verbürgt ist ein Fall, in welchem die tägliche Gabe von 3 kg eines Gerstenfutters mit 2,6% Sand den Tod eines Rindes herbeiführte.[2])

2. Die Verunreinigung der Pflanzen durch Hüttenrauch, mit welchem sowohl giftige metallische Substanzen (Arsen-, Blei- und Zink-Verbindungen) auf den Futterpflanzen abgelagert, als auch säurehaltige Dämpfe (schweflige Säure, Salz- und Flußsäure) von den Blättern aufgenommen werden können. Der Verzehr solchen Futters erzeugt in der Regel chronische Vergiftungen und Siechtum, das übermäßig mit Säure beladene auch Knochenerkrankungen.

3. Die Rost- und Brandpilze (Uredineen und Ustilagineen) bewirken zuweilen Entzündungen der Magen- und Darmschleimhäute, Krämpfe, Lähmungen des Rückenmarks und des Schlingzentrums, sowie Erkrankungen der Nieren und Blase; zuweilen werden sie ohne jeden Schaden verfüttert. In gewissen Stadien ihrer Entwicklung oder unter noch nicht näher erkannten Wachstumsbedingungen scheinen diese Pilze scharfe, entzündungserregende Stoffe und Nervengifte zu erzeugen, die im Tierkörper je nach der Widerstandskraft des Individuums bald mehr, bald weniger wirksam werden. Auch ist nicht von der Hand zu weisen, daß unter Umständen rein mechanische Reizungen vorkommen, indem die Keimschläuche in die Schleimhaut hineinwachsen und dieselbe auf diese Weise entzünden.

[1]) Ausführliches hierüber findet sich in C. Dammann, Gesundheitspflege der landw. Haussäugetiere, 1902, S. 456 und M. Klimmer, Veterinärhygiene, 1908, S. 204.

[2]) F. Barnstein, Sächsische landw. Zeitschrift 44. Jahrg. 1896, S. 448.

Indessen dürfte die letztere Art der Belästigung die seltnere sein, weil die Körpertemperatur der Warmblüter das Wachstum der Befallungspilze zu beeinträchtigen scheint. — Unter den beiden wichtigsten Gattungen der Brandpilze, Ustilago und Tilletia, ist es seltener die erstere, häufiger die letztere, welche Erkrankungen hervorruft. Die Sporen des Flug- oder Staubbrandes (Ustilago), welcher Hafer, Gerste, Weizen und viele Grasarten befällt, werden in der Regel sehr bald aus den sich umschließenden Häuten entleert und vom Winde fortgeführt, so daß sie zur Zeit der Ernte größtenteils verschwunden sind. Anders verhält es sich mit den Sporen des Stein-, Schmier- und Stinkbrandes (Tilletia), welcher am Weizen und Dinkel auftritt; diese bleiben bis zur Reife des Getreides an der Ähre haften und gehen in die Spreu, Kleie und in das Futtermehl über. Zahlreich sind die Fälle, in denen diese Art des Brandes Erkrankungen der Tiere und Verkalben bewirkt hat. — Unter den Rostpilzen haben sich bisher nur die Gattungen Puccinia und Uromyces schädlich erwiesen. Die erstere Gattung, der Getreiderost, befällt bekanntlich so ziemlich alle Gramineen, die letztere besonders den Klee und die kleeartigen Futtergewächse.

Von einer Verfütterung brandiger Pflanzenteile oder mit Rost befallener Futterpflanzen sollte man ein für allemal absehen. Auf die Menge der Brandsporen oder vom Rost ergriffenen Teile des Futters kommt es nämlich nicht immer an; denn bisweilen haben schon geringe Mengen befallenen Futters hingereicht, schwere Krankheitserscheinungen hervorzurufen. Möglicherweise bietet das Dämpfen unter Druck mit oder ohne nachfolgendem Auslaugen, oder das Einsäuern genügenden Schutz. Sicheres hierüber ist jedoch leider nicht bekannt. Wer gezwungen ist, brandiges oder rosthaltiges Futter zu benutzen, sollte eine probeweise Fütterung nicht unterlassen, in den zu verabreichenden Mengen möglichst Maß halten und das Jungvieh, sowie tragende Tiere von der Zuteilung solchen Futters ausschließen. Ein Risiko bleibt auch bei diesen Maßregeln immer noch bestehen.

Der Kartoffelpilz (Phytophtora intestans) gilt an sich für unschädlich, obwohl andere Spezies dieser Gattung, z. B. die auf Reben vorkommende Phytophtora viticola, Vergiftungen herbeiführen können. Kartoffeln, die von diesem Parasiten befallen sind, neigen bekanntlich zu weiteren Zersetzungen, die je nach der Feuchtigkeit der Umgebung als Trocken- oder Naßfäule auftreten und auch schon vor der Ernte Schaden anrichten. Beide Formen der Fäule machen eine direkte Verfütterung der davon betroffenen Knollen unmöglich. Daher ist mit den kranken Kartoffeln baldigst aufzuräumen, bevor die Fäule einsetzt. Ist diese aber eingetreten, so bleibt nichts anderes übrig als unverzügliches Einsäuern, wodurch ein ungefährlicheres Futter erhalten wird, oder Trocknen der befallenen Knollen in geeigneten Apparaten.

4. Durch Schimmelpilze und Bakterien befallenes bezw. fauliges Futter kann giftige Eigenschaften annehmen und ist für alle Nutztiere gleich gefährlich. Je nach den wechselnden äußeren Verhältnissen (Temperatur, Nährboden, Alter bezw. Entwicklungsstadium der Pilze usw.) scheinen in verschimmelten und verdorbenen Futtermitteln verschiedenartige Stoffwechselprodukte zu entstehen,

die bald unschädlich sind, bald die Wirkungen eines scharfen Giftes äußern und Erkrankungen der Verdauungsorgane, nervöse Zufälle, Veränderungen der Säftemasse, Fehlgeburten usw. hervorrufen. Wie bei den Brand- und Rostpilzen, so sind auch hinsichtlich der von Schimmel und Bakterien ergriffenen Futterstoffe unsere Kenntnisse noch durchaus mangelhaft; das Mikroskop enthüllt uns zwar oft, welcher Art gegebenenfalls die betreffenden Lebewesen angehören, läßt uns ihr Entwicklungsstadium erkennen und ihre Häufigkeit schätzen; über die Giftigkeit jedoch im einzelnen etwas anzugeben, ist vorläufig ein Ding der Unmöglichkeit. Pflicht des Landwirtes ist es zunächst, die von ihm selbst geernteten Futterstoffe durch luftige, trockne Lagerung vor dem Befall mit Pilzen zu schützen und beim Zukauf von Handelsfuttermitteln sich über die Anwesenheit oder Abwesenheit von Schimmel und Bakterien an geeigneter Stelle zu unterrichten. Der bloße Augenschein, Geruch und Geschmack des Futters führt hier leicht zu Täuschungen, die nur durch mikroskopische und mikrobiologische Untersuchungen sicher vermieden werden können. Hat eine solche Prüfung die Anwesenheit bedenklicher Massen von Schimmel und Bakterien enthüllt, so ist es am geratensten, von der Verabreichung des betreffenden Futtermittels an die Nutztiere abzusehen; denn das Kochen oder Dämpfen, zu dem man wohl seine Zuflucht nimmt, ist zwar imstande, die Lebewesen abzutöten, nicht aber deren giftige Produkte stets zu beseitigen. Greift man zu solchem Notbehelf, so ist eine probeweise Fütterung an einzelne, weniger wertvolle Tiere unerläßlich, und Vorsicht bei der Abmessung der Ration geboten.

Anders als die Schimmelpilze und Bakterien wirken die Hefepilze, die zuweilen in den Abfällen der Bier-, Wein- und Spiritusbereitung, aber auch in zu feuchten Melassefutterarten und in eingemaischtem Futter auftreten. Sind diese Abfälle noch in alkoholischer Gärung begriffen, so erkranken die Tiere an einer sehr gefährlichen Alkoholvergiftung, die Herzlähmung herbeiführen kann. Alkoholfreie, aber noch lebende Hefe führende Stoffe lassen sich nach gründlichem Aufkochen oder Dämpfen verfüttern, während sie roh Gärung im Magen, starkes Aufblähen und Durchfall erzeugen können.

5. Gefrorenes Futter (Wurzeln, Knollen, Früchte, Grünfutter) ist nicht direkt untauglich zur Fütterung, nur ruft es, wenn in reichlicher Menge namentlich bei nüchternem Magen verabreicht, Erkältungskrankheiten der Verdauungsorgane hervor. Gefährlich werden die gefrorenen Futtermittel erst, wenn sie aufgetaut längere Zeit liegen bleiben. Da der Frost nämlich die Zellwandungen durchlässig macht, so tritt eine Vermischung des Saftes benachbarter Zellen ein, wodurch den sonst lokalisierten Fermenten (Enzymen) Gelegenheit zur Verzuckerung der Stärke, wohl auch zur Verflüssigung unlöslicher Eiweißstoffe gegeben ist. Derart verändert, ist das Futter aber der Zersetzung und Fäulnis sehr zugänglich; es verdirbt in kurzer Frist und birgt dann die bereits geschilderten Gefahren fauliger Futterstoffe. Neben dem Trocknen in geeigneten Apparaten bleibt rasches Einsäuren als einziger Ausweg, größere Mengen gefrorenen Futters zu verwerten.

6. Der Vollständigkeit wegen sei hier noch der Giftpflanzen Erwähnung

getan, die sich auf Äckern, Wiesen und Weiden einbürgern und zur Ausrottung herausfordern. Unter der großen Zahl dieser schädlichen Gewächse finden sich am häufigsten auf den Äckern: der Feldmohn (Papaver Rhoeas), die Kornrade (Agrostemma Githago), der Ackersenf (Sinapis arvensis), der Klappertopf (Rhinanthus major), der Taumellolch (Lolium temulentum), der Nachtschatten (Solanum nigrum); auf Weiden und Wiesen die Herbstzeitlose (Colchicum autumnale), verschiedene Arten von Wolfsmilch (Euphorbia) und von Schierling (Conium), der Sumpfschachtelhalm (Equisetum palustre) usw. Von vielen dieser Pflanzen sind sowohl die grünen und getrockneten Stengel und Blätter, sowie namentlich die Samen, von einzelnen nur die Samen giftig.

Die dritte, den wirtschaftlichen Wert der Futtermittel bestimmende Eigenschaft, die Haltbarkeit ist im wesentlichen abhängig von dem Feuchtigkeitsgehalte. Im allgemeinen läßt sich annehmen, daß bei einem Wassergehalt, der 14 % nicht überschreitet, die käuflichen Futterstoffe genügend haltbar sind, sofern bei ihrer Lagerung eine Durchlüftung erfolgen kann. Es gibt allerdings einige besonders empfindliche Futtermittel, wie z. B. die Malzkeime, auch die Rapskuchen, das Baumwollsaat- und Erdnußmehl, welche selbst unter normalen Lagerungsverhältnissen bei dem angegebenen Feuchtigkeitsgehalte dem Verderben ausgesetzt sind. Findet die Aufbewahrung unter ungünstigen Verhältnissen statt, und ist namentlich die Durchlüftung mangelhaft, so tritt Verderbnis auch dann ein, wenn der Wassergehalt 14 % nicht übersteigt. Einzelheiten werden bei der Beschreibung der Futtermittel (s. w. u. Kap. 4) angegeben werden.[1])

Zweites Kapitel.

Ernte- und Konservierungsmethoden.

a) Die Dürrheubereitung.

Das einfachste Verfahren, grüne Futterpflanzen in einen genügend haltbaren Zustand überzuführen, ist das Austrocknen an der Luft. Dasselbe läßt sich bei allen solchen Pflanzen anwenden, die unter gewöhnlichen Witterungsverhältnissen das in ihnen aufgespeicherte Wasser in hinreichend kurzer Zeit so vollständig abgeben, daß die getrocknete Masse im ganzen, wie in ihren einzelnen Teilen nicht mehr als 13—16 % Wasser zurückbehält. Gelänge es in der Praxis, diesen Trockenheitsgrad mit einfachen Mitteln und ohne Verlust von Pflanzensubstanz zu erreichen, so würde diese Konservierungsmethode nur wenig zu wünschen übrig lassen. Bei der Dürrheubereitung in der Praxis geht es aber selbst bei den leichtest austrocknenden Pflanzen und unter den günstigsten Witterungsverhältnissen ohne Verlust nicht ab. Zunächst bleiben die frisch gemähten Pflanzen noch eine kürzere oder längere Zeit am Leben und unterhalten

[1]) Vergl. hierzu auch das folgende Kapitel unter f und g.

in den unbelichteten Teilen, namentlich aber im welken Zustande den bekannten Atmungsprozeß, durch den organische Substanz zu Kohlensäure und Wasser oxydiert und Eiweiß in nicht-eiweißartige Verbindungen zerlegt wird. Auf diese Weise gingen nach Beobachtungen von Fr. Soxhlet[1]) aus jungem Grase, das bei etwa 10° C. 10 Tage an der Luft lag, 12 %, aus Rübenblättern in 6 Tagen 8 % der Trockensubstanz verloren. Bei zarten Pflanzen und hoher Lufttemperatur wird es sich hier selbstverständlich um geringere Beträge handeln als bei fleischigem dickstengeligem Futter und bei kühlem Wetter. In welchem Umfange nun die eben erwähnten Verhältnisse die Zusammensetzung und Verdaulichkeit des Futters beeinflussen, ist bis jetzt noch nicht näher erforscht worden. Zwar hat man die Frage wiederholt bearbeitet,[2]) ob das Grünfutter an seiner Verdaulichkeit eine Einbuße erleidet, wenn es ohne jeden mechanischen Verlust, vor Regen geschützt, getrocknet wird; dabei hat man aber die Veränderungen, die sich infolge der Pflanzenatmung vollziehen, ganz außer acht gelassen und einfach angenommen, daß in der getrockneten Masse genau dieselbe Menge Trockensubstanz von gleicher Zusammensetzung erhalten wird, die in dem angewandten Grünfutter vorhanden war. Demzufolge unterließ man es auch ganz allgemein, das getrocknete Futter überhaupt zu analysieren und setzte bei der Berechnung der Verdaulichkeit den Nährstoffverzehr im Grün- und Trockenfutter gleich, machte also insofern einen Fehler, als man die durch Atmung in Verlust geratenen Stoffe als im Trockenfutter noch vorhanden in die Einnahmen der Tiere mit einrechnete. Die einzige Ausnahme, in der dieser Fehler nicht gemacht wurde, bildet ein Versuch von G. Kühn[3]) mit Luzerne, die einmal grün, das andere Mal auf Reitern getrocknet verwendet wurde. Verluste durch Abbröckeln oder durch Regen wurden durch besondere Vorsichtsmaßregeln bei der Probenahme vom getrockneten Futter ausgeschaltet. Macht man hier die höchst wahrscheinlich zutreffende Annahme, daß die absolute Menge der Rohfaser sich beim Trocknen der grünen Pflanzen nicht geändert hat, so ergibt sich aus den Analysen der grünen und getrockneten Luzerne, daß bei der sonst verlustlosen Umwandlung in Dürrheu von der organischen Substanz des Grünfutters 2,4 %, bestehend aus 0,1 % Rohprotein, 1,6 % stickstofffreien Extraktstoffen und 0,7 % Rohfett durch die Atmung zerstört worden waren. Über die Verdaulichkeit der beiden Futterarten lassen die Versuche nach G. Kühns eigenen Ausführungen ein sicheres Urteil nicht zu, weil die Versuchstiere zu verschieden zusammengesetzte Futtermengen unverzehrt zurückließen.

Aus den übrigen Untersuchungen über die vorliegende Frage, insbesondere aus denen H. Weiskes[4]) mit Luzerne, denen aber die oben berührten Mängel ebenfalls anhaften, ist nun allgemein geschlossen worden, daß das Trocknen an

---

[1]) Bericht über die Arb. d. k. Moorkulturanstalt im Jahre 1906, S. 177.

[2]) H. Weiske und E. Wildt, Beiträge zur Frage der Weidewirtschaft und Sommerstallfütterung, Breslau 1871, S. 42; H. Weiske, Journ. f. Landw. 25. Jahrg. 1877, S. 170.

[3]) Landw. Versuchsstationen 16. Bd., 1873, S. 99.

[4]) Journal für Landw. 25. Jahrg., 1877, S. 170.

der Luft, sofern dabei Verluste durch Abbröckeln oder Auslaugen vermieden werden, keinen Einfluß auf die Verdaulichkeit des Futters ausübt. Der genannte Forscher hatte u. a. einem gleichmäßig bestandenen Luzerneschlage täglich eine Portion grüner Pflanzen entnommen, einen Teil derselben grün an Schafe verfüttert, einen anderen genau gleichgroßen Teil an der Luft bei gewöhnlicher Temperatur unter Vermeidung jeglichen mechanischen Verlustes getrocknet und darauf an die gleichen Tiere in derselben Reihenfolge verfüttert, wie die einzelnen Portionen geschnitten worden waren. Dabei waren die nachstehenden Verdauungskoeffizienten erhalten worden:

	Organische Substanz	Rohprotein	Rohfett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfaser
Grün . .	57,8	78,8	38,0	67,9	33,4
Getrocknet .	57,2	77,8	49,6	65,3	34,2

Diese Zahlen deuten scheinbar auf ganz gleiche Verdaulichkeit hin; in Wirklichkeit ist ihnen jedoch nur zu entnehmen, daß der unverdauliche Teil der Luzerne infolge des Trocknens weder vermehrt noch vermindert worden ist, und daß die Stoffe, die bei der Atmung der trocknenden Pflanzen zerstört und in Verlust geraten sind, vollständig verdaulich sind. Rechnet man unrichtigerweise diese Verluste, wie es hier geschehen ist, in die verzehrte Futtermenge mit ein, so müssen sich eben gleiche Verdauungskoeffizienten für das Grün- und Trockenfutter ergeben, wenn, wie erwiesen, in beiden Futterarten gleiche Mengen unverdaulicher Stoffe enthalten waren. Auf den wirklichen Gehalt des Futters bezogen, liegt die Verdaulichkeit beim Trockenfutter niedriger als beim Grünfutter.[1])

Unter den praktischen Verhältnissen der Heuwerbung gesellen sich zu den eben besprochenen noch weitere Verluste, die mit der mechanischen Behandlung der trocknenden Pflanzen zusammenhängen. Beim Ausbreiten, Wenden usw. bröckelt manch zartes Teilchen ab und entzieht sich der Einsammlung. Obwohl diese unvermeidlichen Verluste nicht besonders in die Augen fallen, so sind sie doch, wie die hierüber angestellten Untersuchungen beweisen, nicht gering zu schätzen. L. Broekema und A. Mayer[2]) berichten z. B., daß „bei günstigem Erntewetter" ein Posten Gras bei der Heubereitung nicht weniger als 19 % der Trockensubstanz verloren hatte, und daß dabei von dem Rohprotein 10, von den stickstofffreien Extraktstoffen 27 und von der Rohfaser 17 % der ursprünglich im Grase vorhandenen Menge in Verlust geraten waren. Fr. Falke[3]), welcher einen ähnlichen Versuch mit Wiesengras ausführte, fand, daß die Dürrheubereitung, welche „bei außerordentlich günstigem Wetter" zu Ende geführt wurde, mit einem Verlust von 9,4 % Trockensubstanz verbunden war, der sich hauptsächlich auf das Rohprotein und die stickstofffreien Extraktstoffe erstreckte. — Futterpflanzen von der Beschaffenheit des Klees, der Luzerne, Esparsette usw., die wegen ihrer dickeren Stengel eine längere Zeit zum Austrocknen brauchen als das Wiesen-

[1]) Eine Klärung dieser Frage haben neuere Versuche von F. Honcamp gebracht. Landw. Versuchsstationen 86. Bd., 1915, S. 215.

[2]) Landw. Versuchsstationen 32. Bd., 1888, S. 407.

[3]) Die Braunheubereitung, Arb. der D. Landw.-Ges. Heft 9, 1895, S. 46.

futter, sind aus letzterem Grunde besonders großen Verlusten ausgesetzt. Da die Blätter dieser Pflanzen rascher dürr werden als die Stengel und bei der mechanischen Bearbeitung der Erntemasse sehr leicht abbröckeln, so bleibt bei ungünstigem Wetter, wenn das Trocknen und Wenden häufiger vorzunehmen ist, nicht viel mehr übrig als die Stengel.

Einen verhängnisvollen Einfluß auf die Beschaffenheit des Rauhfutters übt leider häufig das Wetter in der Erntezeit aus. Bleiben die abgemähten Pflanzen infolge mangelnder Trockenheit längere Zeit vollsaftig und grün, so geht zunächst der Atmungsprozeß in den noch lebenden Zellen weiter, wobei dauernd organische Substanz verbraucht wird; es unterliegen dabei die Kohlenhydrate der Oxydation und die Eiweißstoffe der Umwandlung in die minderwertigen Amide. Werden die Pflanzen dazu noch durch Regen naß erhalten, so schwindet allmählich ihr Glanz und ihr Wohlgeruch; es siedeln sich allerhand Mikroorganismen an, die zu Gärungen und Zersetzungen führen; die halbtrocknen Pflanzen werden schleimig, das Gefüge der Gewebe wird gelockert, und ein unangenehmer dumpfiger Geruch tritt an die Stelle des würzigen Aroma, das sonst gut trocknendes Futter annimmt. Hand in Hand mit diesen sinnfälligen Änderungen gehen dann weitere Verluste an Material, indem die Mikroorganismen an den organischen Stoffen zehren, der Regen die leichter löslichen Substanzen auslaugt, und beim Wenden der Erntemasse die zarteren Teile abfallen. Solange die gemähten Pflanzen noch vollsaftig sind, dringt der Regen nicht in dieselben ein und bringt noch keine schwerwiegenden Nachteile. Wenn aber halbtrockenes Heu wiederholt von Niederschlägen betroffen wird, so steigert sich die verlustbringende Wirkung um so mehr, je länger das feuchte Wetter anhält. Wie groß unter solchen Umständen die Verluste werden können, zeigen einige Untersuchungen A. Emmerlings[1]), der flach ausgebreitetes Heu in zwei Perioden untersuchte. In der ersten Periode hatte das Heu 10 Tage gelegen und 47 mm Regen bekommen; in der zweiten sich anschließenden Periode, in der das Heu noch 10 Tage länger gebreitet worden war, waren nochmals 46 mm niedergegangen. Bezieht man die Verluste auf den Gehalt der ursprünglich ausgebreiteten Masse, so stellt sich derselbe, in Prozenten ausgedrückt, auf folgende Zahlen:

Dauer des Trocknens	Trockensubstanz	Rohprotein	Rohfett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfaser	Asche
10 Tage	13,5	9,9	49,5	16,3	2,5	12,8
20 „	46,1	45,8	72,9	46,6	27,7	48,6

Infolge der Tätigkeit der Mikroorganismen werden immer weitere Stoffe löslich gemacht und vom Regen ausgelaugt; und ebenso wie die organische Substanz werden auch die löslichen Mineralstoffe entfernt. Es war nämlich an letzteren von je 100 Teilen verloren gegangen

	an Phosphorsäure	an Kali	an Chlor
nach 10 Tagen	5,3	23,1	34,7
nach 20 „	45,0	70,1	86,7

[1]) Landw. Wochenblatt für Schleswig-Holstein 1888, Nr. 26—28.

Nach Untersuchungen von Rimpau[1]) wurde in gut eingebrachtem und beregnetem Wiesen- und Luzerneheu geerntet:

	Ernte	In der lufttrocknen Substanz			
		Rohprotein	Rohfaser	Stickstofffreie Extraktstoffe	Asche
	%	%	%	%	%
Wiesenheu					
gut eingekommen	100	8,3	24,8	44,6	7,3
mäßig beregnet	86,7	7,9	28,6	43,3	5,2
bis zur beginnenden Fäulnis .	81,1	7,6	30,4	42,1	4,9
Luzerneheu					
gut eingekommen	100	14,2	25,5	37,1	8,2
mäßig beregnet	88,5	13,6	28,8	35,4	7,2
bis zur beginnenden Fäulnis .	75,0	11,3	34,0	32,6	7,1

Wenn in 100 kg Wiesenheu, wie diese Zahlen lehren sollen, bei gutem Erntewetter 8,3 kg Rohprotein und 44,6% stickstofffreie Extraktstoffe eingebracht wurden, so erhielt man an Stelle dieser Beträge nach mäßigem Beregnen nur 86,7 kg Heu mit nur 6,9 kg Rohprotein und 37,5 kg stickstofffreien Extraktstoffen. Dabei war im gut geernteten Heu 55,9, im mäßig beregneten 46,0% des Rohproteins verdaulich. In dieser Weise berechnet, betrug der Gehalt der Ernte:[2])

	Rohprotein	Verdauungskoeffizient[3])	Verdauliches Rohprotein	Stickstofffreie Extraktstoffe
	kg	kg	kg	kg
Wiesenheu				
gut eingekommen	8,3	55,9	4,6	44,6
mäßig beregnet	6,9	46,0	3,1	37,5
bis zur beginnenden Fäulnis	6,2	40,4	2,5	34,1
Luzerneheu				
gut eingekommen	14,2	67,0	9,5	37,1
mäßig beregnet	11,9	58,2	7,0	31,3
bis zur beginnenden Fäulnis	8,5	49,5	4,2	24,4

Drückt man die Verluste in Prozenten der bei gutem Wetter eingebrachten Bestandteile aus, so erhält man:

	Rohprotein	Verdauliches Rohprotein	Stickstofffreie Extraktstoffe
	%	%	%
Wiesenheu			
mäßig beregnet	17,5	32,3	15,9
beginnende Fäulnis . . .	25,8	45,7	23,5
Luzerneheu			
mäßig beregnet	16,3	26,3	15,6
beginnende Fäulnis . . .	40,1	55,9	34,2

[1]) M. Maercker, Fütterungslehre 1902, S. 68.

[2]) Auf 100 kg gut eingebrachtes Heu bezogen.

[3]) Künstliche Verdauung.

Bei Versuchen mit Rotklee, welche Fr. Falke[1]) ausführte, waren immer je 680,25 kg frisch gemähte Pflanzenmasse in Dürrheu umgewandelt und bei „mittlerem Wetter" ein Verlust von 16,4% der in grünen Futter angewandten Trockensubstanz beobachtet worden, wogegen bei schlechtem Wetter (10tägiges künstliches Beregnen) der Verlust sich auf 25,2% erhöhte; vom Rohprotein waren im ersteren Falle 23,3 im letzteren 49,7% und von den stickstofffreien Extraktstoffen 18,9 bezw. 17,8% der im Grünfutter ursprünglich vorhandenen Menge verloren gegangen.

Infolge solcher Verluste bei der Dürrheubereitung wird selbstverständlich auch die Verdaulichkeit des Futters herabgesetzt, denn die zarten Teilchen, welche abbröckeln, und die durch Regen ausgelaugten Bestandteile sind den Verdauungssäften leichter zugänglich als die zurückbleibenden gröberen Teile. Mehrfache Untersuchungen[2]) haben dies mit aller Deutlichkeit erkennen lassen. Bei Luzernepflanzen von einem und demselben Felde, welche vom Verfasser einmal ohne jeden Verlust, das andere Mal auf dem Felde in gewöhnlicher Weise durch Ausbreiten getrocknet worden waren und während einer 6tägigen Trockenheit zweimal einen starken Gewitterregen und einmal einen schwachen Regen erhalten hatten, ergab die Untersuchung der geernteten Substanz zunächst einen Verlust von 16,8% Trockensubstanz. Die beiden Heusorten, an Schafe verfüttert, lieferten folgende Zahlen:

	Organische Substanz	Rohprotein	Rohfett	Rohfaser	Stickstofffreie Extraktstoffe
Zusammensetzung der Trockensubstanz:					
Ohne Verlust getr. . .	92,18	20,62	3,65	30,34	37,57
Dürrheu	92,75	18,44	2,32	33,00	37,99
Verdauungs-Koeffizienten:					
Ohne Verlust getr. . .	57,2	77,8	49,6	32,2	65,3
Dürrheu	55,4	73,4	32,0	36,6	64,9

Setzt man den Trockensuststanzgehalt der ohne Verlust getrockneten Luzerne gleich 100 kg, so wurde nach den beiden Trocknungsverfahren erhalten in Kilogramm:

	Organische Substanz	Rohprotein	Rohfett	Rohfaser	Stickstofffreie Extraktstoffe
Nährstoffe:					
Ohne Verlust getr. . .	92,2	20,6	3,7	30,3	37,6
Dürrheu	77,1	15,3	1,9	28,3	31,6
Verlust	15,1	5,3	1,8	2,0	6,0

---

[1]) Fr. Falke, Die Braunheubereitung, Arb. der D. Landw.-Ges., Heft 111, 1905, S. 61.

[2]) G. Kühn, M. Fleischer und A. Striedter, Landw. Versuchsstationen 11. Bd., 1869, S. 117; G. Kühn, A. Haase und H. Baesecke, ebenda 16. Bd., 1873, S. 81; O. Kellner, ebenda 21. Bd., 1878, S. 425.

	Organische Substanz	Roh-protein	Roh-fett	Roh-faser	Stickstofffreie Extraktstoffe
Verdauliche Nährstoffe:					
Ohne Verlust getr.	52,7	16,0	1,8	10,4	24,5
Dürrheu	42,7	11,2	0,6	10,4	20,5
Verlust	10,0	4,8	1,2	0	4,0

Die Verdauungs-Koeffizienten für die in Verlust geratenen Nährstoffe würden sich hiernach auf folgende Höhe stellen:

66,2	90,6	66,7	—	66,7

Diese Zahlen verdeutlichen, daß die bei der Dürrheubereitung zu Verlust gehende Pflanzensubstanz aus besonders gehaltreichen, hochverdaulichen Stoffen besteht. — Bringt man die früher (S. 169) entwickelten Grundsätze zur Anwendung, so würden 100 kg der ohne Verlust getrockneten Luzerne 8,1, die entsprechende Menge Dürrheu (83,2 kg) dagegen nur 6,0 kg Körperfett bei der Mast des Rindes zu erzeugen vermögen,[1]) was einem Verlust von 26% entspricht.

Die beträchtliche Einbuße, welche die Futterpflanzen bei ungünstigem Wetter durch Auslaugung, Zersetzung und Abbröcklung erleiden, sucht man durch besondere Maßnahmen bei der Heuwerbung zu umgehen, indem man die gemähten, in den Schwaden vorher abgewelkten Pflanzen locker in Puppen aufstellt, oder sie auf Gerüsten (Reitern, Pyramiden, Hürden oder Hütten) aufhängt. In diesen Stellungen bieten die Pflanzen einerseits der Luft und dem Winde eine größere Fläche dar, andrerseits, lassen sie auffallenden Regen nicht in ihre ganze Schicht eindringen, sondern leiten bei richtiger Aufstellung den größten Teil des Wassers an ihrer Oberfläche ab. Diese Methoden, welche vornehmlich für die Kleearten, Lupinen usw. im Gebrauch sind, bieten vor der Dürrheubereitung in Schwaden und Scheiben entschiedene Vorteile. Ganz besonders gilt dies für die Trocknung auf Gerüsten, die, wie M. Maercker[2]) gezeigt hat, auch vor dem Trocknen in Puppen erhebliche Vorzüge besitzt; derselbe erntete nämlich an Luzerneheu bei der Anwendung von Puppen und Pyramiden vom Hektar in Doppelzentnern:

	in Puppen	auf Pyramiden
1. Schnitt	45,76	54,94
2. „	24,08	28,10
3. „	23,90	27,14
zusammen	93,74	110,18

[1]) Hierbei sind in der verlustlos getrockneten Luzerne 25, im Dürrheu 20% des Rohproteins als nicht in Form von Eiweiß vorhanden gerechnet.

[2]) Landw. Jahrbücher 27. Bd., 1898, S. 163.

In der Gesamtmasse dieser 3 Schnitte war enthalten in kg:

Getrocknet	Trocken-substanz	Roh-protein	Eiweiß	Stickstofffreie Extraktstoffe
auf Pyramiden . . .	9776	1922	1436	4162
in Puppen	8593	1794	1457	3523
auf Pyramiden mehr .	1183	128	—21	639

Durch die auf dem Felde stehenden Puppen und durch häufiges Umsetzen derselben wurde der Nachwuchs beeinträchtigt, und infolgedessen wurden hier im 2. und 3. Schnitt etwas jüngere, proteinreichere Pflanzen geerntet. Die obigen Unterschiede im Nährstoffgehalt sind daher nicht ausschließlich auf die Rechnung des Ernteverfahrens, sondern zum Teil auch auf die Wachstumsverzögerung der Pflanzen des 2. und 3. Schnittes zu setzen. Einen direkten Vergleich zwischen dem gewöhnlichen Heuwerbungsverfahren und dem Trocknen auf Gerüsten ermöglichen die schon S. 231 erwähnten Untersuchungen Fr. Falkes mit Rotklee. Während von der in diesen Versuchen benützten Trockensubstanz bei schlechtem Wetter 25,2 und bei mittlerem immer noch 16,4 % in Verlust gerieten, verminderte sich dieser Abgang beim Trocknen der abgewelkten Pflanzenmasse auf Pyramiden bis auf 9,1 %, und zwar waren von je 100 Teilen des Rohproteins der benützten Grünfuttermenge bei der Anwendung von Gerüsten nur 18,1 %, bei der gewöhnlichen Dürrheubereitung dagegen und bei mittlerem Wetter 23,3, bei schlechtem 49,7 % verloren gegangen.

Die Wertverminderung bei der Heuwerbung hat bereits mehrfach Anlaß gegeben, der Frage der künstlichen Trocknung der frisch gemähten oder teilweise abgewelkten Futterpflanzen näher zu treten. Durchschlagende Erfolge sind jedoch bei denjenigen Pflanzen, auf welche sich die Dürrheubereitung erstreckt, bisher nicht erzielt worden. Wo die Witterungsverhältnisse zur Zeit der Heuernte es im Durchschnitt der Jahre gestatten, ein gutes Futter auf diesem Wege zu bereiten, da besteht auch wenig Aussicht auf allgemeine Verwendung von Trocknungsapparaten, die eine große Leistungsfähigkeit besitzen müßten und immer nur kurze Zeit benützt werden könnten. Mit heißer Luft wird sich zudem keinesfalls ein so aromatisches, schmackhaftes Heu bereiten lassen, wie es das gewöhnliche, weniger kostspielige Verfahren bei gutem Wetter ermöglicht.

Frisch geworbenes Heu und Grummet enthalten meist noch ziemlich viel Wasser und „schwitzen" nach dem Einfahren in der Regel 6—8 Wochen nach, indem sich mild verlaufende, noch nicht näher erforschte Gärungen einstellen. Vor Ablauf dieser Periode verfüttert, erzeugt das neue Heu leicht Gesundheitsstörungen. Ist man gezwungen, frisch geerntetes Heu alsbald zu verfüttern, so pflegt man eine Übergangsfütterung einzuschalten, indem man dasselbe mit altem Heu oder mit Stroh gemischt zum Verzehr bringt, eine Vorsicht, die auch nichts schaden kann, wenn das Ausschwitzen vorüber ist. — Bei geeigneter Aufbewahrung in niedriger, wenig gepreßter Schicht auf luftigem, trockenem Boden verändern sich nach Beendigung der erwähnten Gärung eine ziemlich lange Zeit hindurch weder die Zusammensetzung noch die Verdaulichkeit der Heuarten.

Wiesengrummet z. B., welches E. Wolff[1]) im Dezember und darauf folgenden März untersuchte, enthielt in der Trockensubstanz:

	Roh-protein	Roh-fett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Roh-faser	Asche
Dezember . . .	14,36	4,01	45,71	26,44	9,48
März	14,34	4,24	43,80	27,18	9,44

Von diesem Grummet wurde von Schafen verdaut:

	Organische Substanz	Roh-protein	Stickstofffreie Extraktstoffe	Roh-fett	Roh-faser
im Dezember . .	63,8	62,6	64,7	49,5	64,9
„ März . . .	63,7	61,8	65,2	47,2	64,9

Zahlreiche andere Belege dafür, daß die Heuarten eine lange Zeit ohne Verlust an Nährstoffen konserviert werden können, finden sich ferner unter den Arbeiten G. Kühns[2]). Da wo freilich das Heu auf dem Boden einer großen Wärme ausgesetzt ist, wo es nicht ganz trocken eingefahren und fest eingestampft wird, oder wo zarte Teile in Verlust geraten, wie es in der Praxis oft vorkommt, treten im Laufe der Zeit Veränderungen im Gehalt und in der Verdaulichkeit ein. Auch hierüber geben einige Untersuchungen E. Wolffs[3]) klare Auskunft. Ein Wickenheu z. B., trocken eingebracht und an einem luftigen Ort gespeichert, das aber während der Aufbewahrung Verluste durch Abbröckeln erlitten hatte, enthielt in der Trockensubstanz in Prozenten:

	Roh-protein	Roh-fett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Roh-faser	Asche
Mitte November .	24,00	2,77	33,12	27,55	12,56
Anfang Februar .	24,00	2,93	34,53	28,99	9,55
Mitte April . . .	23,31	2,62	35,13	27,84	11,10

Hiervon wurde von Schafen verdaut in Prozenten der Einzelbestandteile:

	Organische Substanz	Roh-protein	Roh-fett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Roh-faser
Mitte November . .	64,9	76,5	64,4	65,6	54,2
Anfang Februar . .	66,8	79,4	63,9	66,5	57,0
Mitte April . . .	62,3	73,2	51,4	64,2	51,6

Das gelagerte Heu zeigt also deutlich eine Tendenz zur Abnahme der Verdaulichkeit.

Bei längerem Lagern büßt das Heu nach und nach seinen erfrischenden aromatischen Geruch ein, es wird von Heumilben zerfressen, morsch und staubig und neigt mehr und mehr zum Zerbröckeln. Da es in solchem Zustande nicht mehr gern verzehrt wird und wegen seiner staubigen Beschaffenheit die Luftwege

---

[1]) Landw. Versuchsstationen 27. Bd., 1882, S. 217.

[2]) Ebenda 29. Bd., 1883, S. 131; 44. Bd., 1894, S. 22 ff. und S. 291.

[3]) Landw. Jahrbücher 2. Bd., 1873, S. 282 und E. Wolff, Ernährung der landw. Nutztiere, Berlin 1876, S. 101.

belästigt, so pflegt man es im Gemisch mit anderen Rauhfutterstoffen zu verfüttern. — Um dem zu starken Austrocknen und dem damit verbundenen Zerbröckeln vorzubeugen, aber auch um schlecht eingebrachtem, verregnetem Heu eine größere Haltbarkeit zu verleihen, ferner um den Geschmack geringwertiger Heusorten zu verbessern oder um die Selbsterhitzung feucht eingebrachten Heues (S. 233) zu beschränken, pflegt man sowohl dem Wiesenheu, wie dem Klee- und Esparsetteheu beim Einlagern in den Vorratsräumen zuweilen 1—2% Viehsalz zuzusetzen. Man sorgt dabei für eine möglichst gleichmäßige Verteilung des Salzes, indem man das Heu in dünnen Schichten übereinander lagert, jede Schicht mit Salz versieht und möglichst festtritt.

b) **Die Brennheubereitung.**

Das Verfahren der Brennheubereitung, nach seinem Erfinder auch Klappmeyersches Verfahren genannt, läßt der gewöhnlichen Heutrocknung eine Gärung der etwas abgewelkten Pflanzen vorausgehen. Die gemähten Pflanzen, denen weder Regen noch Tau anhaften soll, werden, nachdem sie einige Stunden auf dem Schwaden gelegen haben, in große, meterhohe Haufen[1]) zusammengetragen und möglichst festgetreten. In der festgelagerten Masse tritt, je nach der Größe der Haufen, der Lufttemperatur und dem Wassergehalt der Pflanzen, in ½ bis 2 Tagen eine mit starker Wärmeentwicklung verbundene Gärung ein, ähnlich derjenigen, welche wir bei der Sauerfutterbereitung noch näher kennen lernen werden; die Pflanzen nehmen eine bräunliche Farbe und einen weinigen Geruch an und büßen ihre Lebensfähigkeit ein. Wenn die Temperatur der Masse etwa 60—70° C. erreicht hat, müssen die Haufen alsbald auseinandergeworfen und in ziemlich dicken Lagen ausgebreitet werden, weil bei längerem Verweilen im Haufen die Selbsterhitzung soweit geht, daß das Futter schwarz wird und sowohl an Schmackhaftigkeit wie an Verdaulichkeit einbüßt. Die abgetöteten Gewebe lassen ihr Wasser leichter abdunsten und trocknen erheblich rascher, als noch lebende Pflanzen ohne die vorangegangene Selbsterhitzung. Bei günstigem Wetter genügt daher schon ein einmaliges Wenden, um das Heu vollkommen trocken zu machen.

Über die Veränderungen, welche die Pflanzen bei der Umwandlung in Brennheu erleiden, besitzen wir zurzeit nur einen von H. Weiske[2]) ausgeführten Versuch, welcher mit Luzernepflanzen desselben Feldes angestellt wurde, das auch das Material zu den bereits erwähnten Arbeiten über die Dürrheubereitung (S. 228) geliefert hatte. Die in dem Haufen festgelagerte Pflanzenmasse hatte schon nach 24 Stunden eine Temperatur von 65° C. angenommen; sie wurde nach 48 Stunden auseinander geworfen, einige Stunden ausgebreitet und wieder in Haufen gesetzt, wobei die frühere Außenschicht in die Mitte zu liegen kam. Nach abermals 24 stündiger Gärung wurden die Pflanzen wiederum ausgebreitet und hatten bei regenfreiem Wetter einen Tag später die zum Einbringen erforderliche

---

[1]) Zuweilen legt man in den Haufen einen vertikalen Luftschacht an, um eine zu starke Erwärmung des Futters zu vermeiden.

[2]) Beiträge zur Frage über Weidewirtschaft und Stallfütterung 1871, S. 40.

Trockenheit erlangt. Da man zu dem Versuch im ganzen 64,9 kg Trockensubstanz angewandt, im fertigen Brennheu 59,125 kg wiedererhalten hatte, so betrug der Verlust 5,775 kg oder 9,9%. Im Vergleich zu den ohne Verlust getrockneten Pflanzen stellte sich die Zusammensetzung der wasserfreien Substanz und die Verdaulichkeit, welche mit Schafen bestimmt wurde, auf nachstehende Zahlen.

	Organische Substanz	Roh-protein	Roh-fett	Roh-faser	Stickstofffreie Extraktstoffe
Zusammensetzung.	%	%	%	%	%
Ohne Verlust getr. . . .	92,18	20,62	3,65	30,34	37,57
Brennheu	91,72	22,37	2,71	37,00	28,64
Verdauungs-Koeffizienten.					
Ohne Verlust getr. . . .	57,2	77,8	49,6	34,2	65,3
Brennheu	54,4	72,4	45,3	44,6	54,0

Nimmt man an, daß bei verlustlosem Trocknen 100 kg wasserfreie Substanz erhalten wurden, so stellen sich die entsprechenden Beträge bezw. Verluste bei der Brennheubereitung auf nachstehende Werte in Kilogramm:

	Organische Substanz	Roh-protein	Roh-fett	Roh-faser	Stickstofffreie Extraktstoffe
Rohnährstoffe.					
Ohne Verlust getr. . . .	92,2	20,6	3,7	30,3	37,6
Brennheu	83,6	20,4	2,5	33,7	27,0
Verlust	8,6	0,2	1,2	+3,4	10,6
Verdauliche Nährstoffe.					
Ohne Verlust getr. . . .	52,7	16,0	1,8	10,4	24,5
Brennheu	45,2	14,8	1,1	15,0	14,6
Verlust	7,2	1,2	0,7	+4,6	9,9

Die hier zutage tretenden Verluste setzen sich zusammen 1. aus dem Materialverbrauch durch die Atmung, welche die Pflanzen im Haufen unterhalten, solange sie noch lebend sind, 2. aus der bei der Gärung durch Mikroorganismen zerstörten Substanz und 3. aus dem Materialverlust durch Abbröckeln beim Ausbreiten der gegorenen Pflanzen. Wir sehen aus den obigen Zahlen, daß bei der Brennheubereitung hauptsächlich stickstofffreie Nährstoffe[1]) zerstört werden und daß im Vergleich zu der selbst bei günstigem Wetter verlaufenden Dürrheubereitung (S. 228) das Verfahren der Brennheubereitung geringere Verluste nach sich ziehen kann.

Nicht immer jedoch gelingt es, den Nährstoffverlust auf einen so geringen Umfang zu beschränken, wie in obigem Versuch. Einerseits kann sich nämlich die Temperatur in den ganzen Haufen oder in einzelnen Nestern derselben soweit erhöhen, daß das Futter vollständig verkohlt und unbrauchbar wird, oder

[1]) Die Zunahme an Rohfaser, welche in obigem Versuch beobachtet wurde, kann nur auf Ungleichmäßigkeit der benützten Pflanzen oder der Analysierproben beruhen, da eine Produktion von Rohfaser bei dem Verfahren ausgeschlossen ist.

doch an der Verdaulichkeit eine starke Einbuße erleidet; andrerseits kann Regenwetter beim Trocknen der gegorenen Masse noch verhängnisvoller werden als bei der Dürrheubereitung. Soll das Futter in den Haufen nicht verderben, so muß es zu bestimmter Zeit, 1—2 Tage nach dem Mähen, zum Trocknen ausgebreitet werden. Man hat es also noch weniger als bei der Dürrheubereitung in der Hand, günstiges Wetter abzuwarten. Da nun infolge der Gärung dem Austritt löslicher Stoffe aus den Zellen der Pflanzen ein geringerer Widerstand entgegensteht als bei der direkten Trocknung noch lebender Pflanzen, so bedingt Regenwetter sehr große Verluste. Aus diesem Grunde hat trotz sonstiger Vorzüge die Brennheubereitung in der landwirtschaftlichen Praxis nicht viel Eingang gefunden.

Da das geschilderte Heuwerbungsverfahren dem Zufall großen Spielraum gewährt, und man es nicht in der Hand hat, stets ein einwandfreies Futter zu gewinnen, so beschränkt man die Verwendung des Brennheues am besten auf die erwachsenen Wiederkäuer und schließt es von der Verfütterung an Pferde und Jungvieh aus.

c) Die Braunheubereitung.[1])

Bei diesem Verfahren läßt man die Futterpflanzen nach dem Abmähen zunächst stark abwelken, lagert sie alsdann in Haufen oder in geschlossenen Räumen dicht zusammen und ruft auf diese Weise eine Gärung hervor, die soviel Wärme erzeugt, daß das noch in den Pflanzen vorhandene Wasser zum überwiegenden Teile verdunstet, und eine Masse von dem Feuchtigkeitsgehalte des gewöhnlichen Dürrheues zurückbleibt. Im einzelnen ist die Behandlung der Futterpflanzen während des Abwelkens und die Größe der Haufen (Diemen, Feimen) in den verschiedenen Gegenden ziemlich verschieden. Am einfachsten und bequemsten bringt man die Pflanzen auf den gewünschten Grad des Abwelkens, indem man sie nach dem Mähen in Schwaden liegen läßt und diese umkehrt, sobald die obere Schicht genügend welk geworden ist. Da sich hierbei jedoch nicht ein hinreichend gleichmäßiges Abwelken erzielen läßt, so werden die Schwaden vielfach unmittelbar nach dem Mähen dünn auseinander gestreut, und die abgewelkte Masse nach 1—1½ Tagen in Windhaufen gesetzt, in welchem sie 1—2 Tage liegen bleibt, um alsdann in den Diemen zur Gärung gebracht zu werden. Die Austrocknung an der Luft soll in jedem Falle soweit gediehen sein, daß die Pflanzen zu rauschen anfangen, die Blätter aber noch nicht abbröckeln, sondern noch zäh und geschmeidig sind, und die Stengel, die zwar noch grün sein dürfen, nicht mehr viel Saft enthalten; Gräser sollen beim Zusammendrehen mehrerer Halme größere Tropfen nicht mehr ausgeben, und die Stengel fleischiger Pflanzen sollen, wenn man mit dem Fingernagel darüber hinstreicht, nicht mehr viel Flüssigkeit austreten

[1]) Ausführlicheres hierüber findet sich bei Fr. Falke, Die Braunheubereitung, Arbeiten der D. Landw.-Ges. Heft 9, 1895 u. Heft 111, 1905; ferner bei F. Albert, Konservierung der Futterpflanzen, Berlin 1903.

lassen. Im allgemeinen ist ein guter Erfolg von der Braunheubereitung zu erwarten, wenn der Trockensubstanzgehalt der abgewelkten Masse ca. 50% oder etwas mehr beträgt. Bei zu starker Austrocknung gehen freilich zartere Teile des Futters durch Abbröckeln verloren, auch lassen sich dann die Pflanzen nicht mehr fest genug in die Diemen einlagern, und es bleiben deshalb trotz sorgfältigen Festtretens des eingebrachten Futters Lücken und Hohlräume, in denen sich später Schimmel entwickelt. — Die Gewinnung eines guten Braunheues ist außerdem nur dann gesichert, wenn die abgewelkten Pflanzen vollkommen frei von Regen und Tau in die Haufen gebracht werden.

Im Hinblick auf den Verlauf der Gärung in den Diemen kann man zwei Extreme der Braunheubereitung unterscheiden, nämlich a) die Anwendung größerer Diemen oder Feimen mit stärkerer Selbsterhitzung des eingelagerten Futters und b) die Anwendung kleinerer, sogenannter Schweiß-Diemen, in denen eine nur mäßige Erhitzung eintritt.

Bei dem erstgenannten Verfahren gibt man den Diemen meist eine rechteckige Form und stellt sie mit der schmalen Seite nach der herrschenden Windrichtung auf. Die Höhe dieser Diemen kann 5—6, die Breite nicht mehr als 6 m betragen. Der Aufbau der Diemen erfolgt schichtenweise, indem man jede einzelne, nicht zu hoch anzulegende Schicht gründlich festtritt und darauf achtet, daß sich nirgends Hohlräume bilden, in denen sich sonst sehr bald Schimmelpilze entwickeln würden. Je fester die Lagerung der abgewelkten Pflanzen, um so sicherer ist der Erfolg. Zuweilen schichtet man etwas Stroh zwischen die Futterpflanzen, doch muß man sich hier in mäßigen Grenzen halten, wenn ein gleichartiges Braunheu erzielt werden soll. Die fertige Feime wird zuletzt zum Schutze gegen eindringende Niederschläge mit einem starken, gut befestigten Strohdache versehen.

Bei dem Verfahren der Braunheubereitung in sogenannten Schweiß- oder Dampfdiemen, welches in Schleswig-Holstein in ausgedehntem Maße benutzt wird, gibt man den Diemen die Form eines ziemlich spitzen Kegels, dessen Höhe etwa das 1,5—2fache des Durchmessers beträgt. Je nach dem Feuchtigkeitszustande der abgewelkten Pflanzenmasse macht man die Diemen zweckmäßigerweise verschieden groß. Soll z. B. ein Klee eingebracht werden, der noch etwas frisch ist, so bringt man nicht mehr wie 6—7½ dz Futter in je einen Diemen. Handelt es sich dagegen um stärker abgewelktes Material, was besonders beim 1. Schnitt des Klees oder des Wiesenfutters der Fall sein kann, so verwendet man 12½—15 dz, und beim Gras vom 2. Schnitt, das im Herbste oft schlecht abwelkt, bringt man etwa 25 dz in einen Diemen. Auch hier gilt gründliches Festtreten der einzeln aufzulegenden Schichten als Hauptbedingung für einen guten Erfolg. Recht fest ist insbesondere die Mitte zu lagern, damit diese sich später etwas weniger stark setzt, als die Seiten und auf diese Weise den Halmen an der Außenfläche eine nach abwärts gekehrte Richtung erteilt wird, wodurch der Regen besser abgeleitet wird. Ein Strohdach, das durch an Drähten befestigte Steine festgehalten wird, ist auch bei diesem Verfahren notwendig.

In der festgetretenen, welken Futtermasse setzt nun in kurzer Zeit, zuweilen

schon nach 12 Stunden, eine Gärung und Selbsterwärmung ein; die Diemen beginnen zu dampfen, und die Temperatur steigt, je nach den Dimensionen der Haufen, dem Feuchtigkeitsgehalte der Pflanzen und ihrer mehr oder weniger festen Lagerung auf 40, 60, 100° C. und darüber. Bei 80° C. liegt etwa die Grenze, über welche hinaus die Erwärmung nicht gehen sollte. Nach etwa 4, bei größeren Diemen nach etwa 6 Wochen ist die Abkühlung soweit vorgeschritten, daß das Braunheu eingefahren werden kann.

Eine Braunheubildung führt man in manchen Gegenden (Oberbayern, in den Alpenländern) ferner auch dadurch herbei, daß man das auf gewöhnliche Weise oder auf Gerüsten nicht weit genug ausgetrocknete Heu fest zusammenlagert. Man bringt dort das Heu in die gewöhnlich über den Ställen errichteten Heuschuppen, die in verschiedene Stöcke oder Quartiere geteilt sind und eine gute Durchlüftung gestatten. Möglichst festes Einlagern gilt auch hier als Regel. Gewöhnlich setzt man dem Heu große Mengen Viehsalz zu in der Absicht, die Selbsterhitzung, welche sich zuweilen bis zur Selbstentzündung des Futters steigert, etwas zu mildern. Über die gefüllten Stöcke breitet man eine dicke Strohschicht, welche den Zweck hat, die bei der bald eintretenden Gärung aufsteigende Feuchtigkeit aufzunehmen. Kurze Zeit nach dem Einfüllen beginnen sich die Stöcke zu erwärmen. Die Temperatur steigt von Tag zu Tag rasch an und muß sorgfältig beobachtet werden, da eine zu starke Erhitzung nicht bloß den Wert des Futters herabsetzt, sondern auch mit Feuersgefahr verbunden ist. Droht in diesen Richtungen Gefahr, so sucht man durch Anlegung von Kanälen, die man aus der Futtermasse heraussticht, oder durch Umfüllen des Heues in einen anderen Stock der weiteren Erhitzung vorzubeugen.

Die Erwärmung, welche in den Diemen oder Heustöcken regelmäßig zu beobachten ist, muß teils auf chemische Vorgänge, teils auf die Tätigkeit von Mikroorganismen zurückgeführt werden. Stoffliche Umsetzungen verschiedener Art, hervorgerufen durch die Atmung noch nicht vollständig abgestorbener Pflanzenteile und vermittelt durch die aus den Zellen austretenden Enzyme, vermutlich auch eine Aktivierung des in den Haufen mit eingeschlossenen Sauerstoffs durch die Pflanzensubstanz, alle diese Vorgänge mögen einzeln oder zusammen dahin wirken, daß die Temperatur der fest zusammengelagerten Pflanzenmasse etwas steigt. Vornehmlich aber sind es nach den Untersuchungen von H. Miehe[1]) Bakterien der im Heu massenhaft vorkommenden wärmeliebenden Art Bacillus coli, welche die übrigen Mikroben überwuchern und infolge ihres lebhaften Stoffwechsels eine weitere Steigerung der Temperatur herbeiführen. Bei 40° C. aber hört dieser Bazillus auf zu gedeihen, und an seine Stelle tritt nun eine andere Bakterie, Bacillus calfactor, deren Keime erst bei der bis dahin erreichten Temperatur erwachen, sich mit ungewöhnlicher Energie entwickeln und die Temperatur bis auf 70—75° C. steigern. Bei diesem Wärmegrade erlischt das Leben dieser Bakterie, und der Heuhaufen beginnt zu erkalten. Der ganze

---

[1]) H. Miehe, Selbsterhitzung des Heues, Jena 1907, und Mitt. d. D. Landw.-Ges. 1910, Stück 46.

Erwärmungsvorgang wird um so energischer verlaufen und um so länger anhalten, je günstiger die Bedingungen für die Ansammlung der Wärme und die Entwicklung der Mikroben sind. Wird, wie es bei den kleineren Schweißdiemen der Fall ist, freilich die erzeugte Wärme und mit ihr zugleich auch die für das Gedeihen der Bazillen so notwendige Feuchtigkeit verhältnismäßig rasch nach außen abgegeben, so finden diese Kleinwesen in dem allmählich trockner und kühler werdenden Futter nicht mehr die günstigen Lebensbedingungen, die sich ihnen anfänglich darboten; der Gärung wird hier früher ein Ziel gesetzt als in großen Diemen, in welchen die Wärme und die Feuchtigkeit längere Zeit zurückbehalten werden. Diesen Verhältnissen entsprechend dauert die Stoffzersetzung in großen Diemen nicht nur längere Zeit, sondern es verlaufen die Gärungsvorgänge auch intensiver als in Futtermassen von geringerem Volumen. Die Erwärmung kann hier einen so hohen Grad erreichen und solange anhalten, daß die Pflanzen im Innern des Haufens geradezu in eine kohlenartige Masse umgewandelt werden, die bei großer Porosität eine starke Anziehung für Sauerstoff besitzt und sich bei weiterer Temperatursteigerung selbst entzünden kann. Wie hieraus folgt, müssen die Stoffverluste, die ja mit den meisten Gärungsvorgängen verbunden sind, in großen Diemen einen größeren Umfang annehmen als in kleinen Haufen. Bestätigt wird dies durch einige Untersuchungen von Fr. Falke[1]), welcher fand, daß von der Trockensubstanz der angewandten Pflanzen verloren gingen

30,0% aus einer mit 3135 kg Trockensubstanz beschickten Dieme
14,2 „ „ „ „ 1757 „ „ „ „
14,8 „ „ „ „ 844 „ „ „ „

Da man auch mit den Verlusten zu rechnen hat, welche durch Beschädigung des Futters an der Außenfläche der Diemen auftreten, so würde sich nach den obigen Zahlen als zweckmäßiger Inhalt eines Diemens eine Trockensubstanzmenge von ca. 1800 kg (etwa 3 mittelgroße Fuder abgewelkte Pflanzenmasse) empfehlen.

Die Veränderungen in der Zusammensetzung und Verdaulichkeit, welche sich bei der Umwandlung der Futterpflanzen in Braunheu vollziehen, sind von verschiedenen Seiten näher erforscht worden. Zuerst ist H. Weiske[2]) dieser Angelegenheit näher getreten, indem er von frisch gemähter Esparsette einen Teil verlustlos trocknete, einen anderen Teil soweit abwelken ließ, daß der Gewichtsverlust 58,8% betrug, und diese letztere Masse dann in einer Kiste fest einstampfte. Von dem auf diese Weise bereiteten Braunheu,[3]) sowie von der sorgfältig getrockneten Esparsette diente ein Teil zu Fütterungsversuchen, die mit Schafen ausgeführt wurden, wobei zunächst für die Zusammensetzung der beiden Futtermittel folgende, auf wasserfreie Substanz berechnete Zahlen gefunden wurden:

---

[1]) A. a. O. Heft 111.

[2]) Journ. f Landw. 25. Jahrg., 1877, S. 170.

[3]) Die Gärung in der Kiste dauerte nur 4 Wochen. Fast genau die Hälfte des Futters war dabei an den Seiten, am Boden und unten verschimmelt. In der Mitte war jedoch das Braunheu gut gelungen, und nur dieser Teil wurde zu den weiteren Untersuchungen herangezogen.

	Roh-protein %	Roh-fett %	Roh-faser %	Stickstofffreie Extraktstoffe %	Asche %
Verlustlos getrock.	18,56	2,89	33,93	38,60	6,02
Braunheu . . .	20,69	4,87	32,38	35,06	7,00

Die Wägung und Untersuchung des Braunheues hatte ergeben, daß von der Trockensubstanz der zur Braunheubereitung benützten Esparsette 18,5 % zu Verlust gegangen waren. Demzufolge war an Einzelbestandteilen aus 100 kg angewandter Trockensubstanz im Braunheu wiedergewonnen worden in Kilogramm:

	Organische Substanz	Roh-protein	Roh-fett	Roh-faser	Stickstofffreie Extraktstoffe
	75,79	16,86	3,97	26,39	28,57
Verlust . . .	18,19	1,70	+1,08	7,54	10,03
Desgl. in Prozenten der Einzelbestandteile:					
		9,2	+37,4	22,2	26,0

Obwohl sich in diesem Versuch die Braunheubereitung unter sonst günstigen Bedingungen vollzogen und die Temperatur in dem gärenden Futter, aus der hellbraunen Farbe des fertigen Braunheus zu schließen, keinen zu hohen Grad erreicht hatte, waren die Verluste an Rohnährstoffen dennoch recht beträchtlich.

Wie weit diese Einbuße im Nährwert unter normalen Verhältnissen gehen kann, läßt sich aus einem Versuch Gustav Kühns[1]) ermessen, in welchem die Verdaulichkeit eines aus Rotklee hergestellten, gut geratenen Braunheues und des entsprechenden auf Reitern getrockneten Dürrheues ermittelt wurde. Die Zusammensetzung und die mit Ochsen festgestellte Verdaulichkeit dieser beiden, aus Pflanzen desselben Feldes und Schnittes hergestellten Heusorten war nämlich folgende:

	Organische Substanz	Roh-protein	Roh-fett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Roh-faser
Zusammensetzung der Trockensubstanz.					
Reiterkleeheu . .	93,25	18,94	2,79	40,09	31,43
Braunheu . . .	93,25	18,69	2,03	39,49	33,04
Verdauungs-Koeffizienten.					
Reiterkleeheu . .	55,1	60,4	51,0	62,7	42,5
Braunheu . . .	47,4	32,0	43,3	55,7	46,4
Verdauliche Nährstoffe in der Trockensubstanz.					
Reiterkleeheu . .	51,4	11,4	1,4	25,1	13,4
Braunheu . . .	44,2	6,0	0,9	22,0	15,3

[1]) Landw. Versuchsstationen 44. Bd., 1894, S. 1.

Trotz größter Sorgfalt, die man auf die Bereitung der beiden Heusorten verwandt hatte, war dennoch die Verdaulichkeit infolge der Braunheugärung ganz bedeutend zurückgegangen.

Einige weitere, in der Praxis angestellte Beobachtungen über die Braunheubereitung in großen und in Schweißdiemen verdanken wir Fr. Falke[1]). In dem einen Falle war das auf einer 1,75 ha großen Wiese im Juli gemähte Futter nach $1^1/_2$ tägigem Welken zunächst in kleine Windhaufen gesetzt und diese am folgenden Vormittag umgesetzt und am Nachmittage des gleichen Tages in einen Diemen von 3,5 m Durchmesser eingesetzt worden. Zur Zeit dieser Operation hatte das abgewelkte Futter einen Trockensubstanzgehalt von 57 % und wog im ganzen 55 dz. Der Haufen blieb 83 Tage stehen und wurde dann eingefahren. In dieser Weise waren 20,5 dz gutes Braunheu mit 86,02 % Trockensubstanz erhalten worden. Das abgewelkte Futter enthielt vor dem Einlegen in den Diemen 3135, das fertige Braunheu 2193,5 kg Trockensubstanz, folglich waren 941,5 kg = 30,0 % in Verlust geraten. — Bei einem anderen Versuch wurden Schweißdiemen benützt. Das im September auf einer anmoorigen Wiese geschnittene Futter war nach 2 Tagen soweit abgewelkt, daß es in Haufen von ca. 50 kg gesetzt werden konnte, in welchen es wegen nebligen Wetters 2 Tage verblieb. Darauf wurde es auf Wagen verladen, konnte aber erst am folgenden Tage frei von Tau in den Diemen gesetzt werden. Verwendet wurden für den Diemen 2683,5 kg abgewelktes Futter mit 68,5 % = 1757 kg Trockensubstanz. In dem Diemen, welcher einen Durchmesser von 3,8 m hatte, erwärmte sich das Heu schon in den ersten 2 Tagen auf 62, nach 5 Tagen auf 64° C., um dann langsam abzukühlen. 45 Tage nach seiner Errichtung zeigte der Diemen in seinem Innern nur noch 14° C.; er wurde alsdann eingefahren. Auf diese Weise waren 1863 kg Braunheu mit 80,9 % = 1507 kg Trockensubstanz erhalten worden, wonach 14,2 % der Trockensubstanz zu Verlust gegangen waren. Die chemische Zusammensetzung des in diesen beiden Versuchen benützten Wiesengrases und des daraus gewonnenen Braunheues waren folgende (in Prozenten der Trockensubstanz):

	Rohprotein	Rohfett	Rohfaser	Stickstofffreie Extraktstoffe	Asche	Rohprotein verdaulich	Rohprotein nicht in Form von Eiweiß
Großer Diemen.							
Wiesengras .	12,15	3,09	26,88	49,31	8,58	9,82	1,34
Braunheu .	12,36	2,62	31,61	41,16	12,26	9,12	0,79
Schweißdiemen.							
Wiesengras .	10,62	3,28	27,21	47,35	11,54	6,78	1,40
Braunheu .	12,8	2,00	28,07	44,50	13,35	7,37	1,58

Aus je 100 kg in die Diemen gebrachter Trockensubstanz wurde hiernach in dem Braunheu wiedererhalten in kg:

Groß. Diemen	8,65	1,83	22,13	28,81	8,58	6,38	0,55
Schweißdiemen	10,36	1,72	24,08	38,18	11,45	6,32	1,36

[1]) A. a. O. Heft 111, S. 40.

Mithin beträgt der Verlust pro 100 kg angewandter Trockensubstanz in kg:

	Roh-protein	Roh-fett	Roh-faser	Stickstofffreie Extraktstoffe	Asche	Rohprotein verdaulich	Rohprotein nicht in Form von Eiweiß
Groß. Diemen	3,50	1,26	4,75	20,50	0	3,44	0,79
Schweißdiemen	0,26	1,56	3,13	9,17	0,09	0,46	0,04
oder in Prozenten der Einzelbestandteile:							
Groß. Diemen	28,8	40,8	17,7	41,6	0	35,0	59,9
Schweißdiemen	2,4	47,6	11,5	19,4	0,8	6,8	3,2

Es gewinnt hiernach den Anschein und wurde durch einen weiteren Versuch desselben Beobachters mit Luzerne bestätigt, daß in den Schweißdiemen erheblich geringere Nährstoffverluste auftreten als in größeren Diemen, ja es zeigt sich, daß in dieser Beziehung selbst die Heutrocknung auf Gerüsten der Braunheubereitung in Schweißdiemen nicht sehr überlegen ist. Sollten sich daher die vorstehenden Beobachtungen, die noch durch Ausnützungsversuche mit Tieren zu ergänzen wären, bei erneuter Prüfung bestätigen, so würde das Schweißdiemen-Verfahren ausgedehntere Beachtung verdienen, als ihm bis jetzt zuteil geworden ist.

Im allgemeinen erkennt man aus den vorgeführten Untersuchungen, daß von der Gärung bei der Braunheubereitung die stickstofffreien Extraktstoffe am stärksten betroffen, und auch die stickstoffhaltigen Bestandteile, sowie die Rohfaser in nicht geringem Umfange in Mitleidenschaft gezogen werden. Beachtlich ist ferner die in diesen Versuchen mit Tieren stets festgestellte Verminderung der Verdaulichkeit der Proteinstoffe. Wie im nächsten Kapitel ausgeführt werden wird, setzt die Erhitzung wasserreicher Materialien die Löslichkeit der Eiweißstoffe in den Verdauungsflüssigkeiten stets herab, und je stärker die Temperatursteigerung, um so größer ist diese Verminderung. In letztere Verhältnisse gewährt die nachstehende Zusammenstellung von F. Albert[1]) einen weiteren Einblick:

Wiesengras	In der Tockensubstanz in Prozent: Gesamt-Eiweiß	Verdaul. Eiweiß	Verdauungs-Koeffizient für das Eiweiß	Amid
Dürrheu	11,9	10,5	88,2	1,8
Braunheu, hellbraun . .	11,6	10,0	86,5	1,5
„ dunkelbraun .	10,5	7,9	75,1	2,1
„ mittelfarbig .	11,7	9,1	78,0	1,1
„ schwarz . . .	14,0	0,4	2,6	3,1
„ sehr dunkel .	11,1	0,0	0,0	2,1

Verläuft die Gärung so intensiv, daß eine teilweise oder gänzliche Humifizierung stattfindet, so enthält das Produkt eine nur sehr geringe Menge verdauliches Protein und wird gleichfalls arm an verdaulichen Kohlenhydraten sein.

[1]) F. Albert, Konservierung der Futtermittel 1903, S. 124.

Ein richtiger Grad des Abwelkens vor der Einlagerung des Futters in die Diemen, Verwendung regen- und taufreien Materials, festes Einstampfen in die Haufen, denen nach Art der Schweißdiemen kein zu großer Umfang zu geben ist, das sind im allgemeinen die Bedingungen, unter welchen ein gutes Braunheu erzielt wird und die Verluste nicht merklich höher ausfallen als beim Trocknen auf Gerüsten. — Das auf die eine oder andere Weise vornehmlich aus Wiesengras oder Kleearten hergestellte Braunheu wird von allen Tiergattungen, besonders vom Rindvieh gern genommen. Ist die Bereitung gut gelungen, so besitzt das Heu einen angenehmen, wenn auch etwas stechenden Geruch und eine hellbraune Farbe; oft aber findet man alle Farbentöne, von lichter Bräune bis zum tiefsten Schwarzbraun vertreten, indem die Erwärmung nicht in allen Teilen eines Haufens ganz gleichmäßig verläuft und die Farbe um so dunkler wird, je stärker das Futter sich erhitzt. Sind die Futterpflanzen vor der Einlagerung in die Haufen nicht weit genug abgewelkt, so nimmt die Gärung eine ähnliche Richtung an wie bei der im nächsten Abschnitt zu beschreibenden Sauerfutterbereitung, während nach zu starkem Austrocknen die Selbsterhitzung, wahrscheinlich begünstigt durch reichlicheren Sauerstoffzutritt, rasch so hoch steigt, daß das Futter an Wert erheblich einbüßt und eine teilweise Verkohlung eintritt.

Über die Verwendung des Braunheues gilt im ganzen dasselbe, was über die Verfütterung des Brennheues gesagt worden ist. Man verfüttert es nur nach vollständiger Abkühlung.

d) Die Sauerfutterbereitung.

α) In Gruben.

Die Bereitung von Sauerfutter erstreckt sich ausschließlich auf solche vegetabilische Substanzen, die wegen ihres hohen natürlichen Wassergehaltes und ihrer fleischigen Beschaffenheit eine genügende Austrocknung an der Luft nicht gestatten oder die infolge vorgeschrittener Jahreszeit in der Sonne nicht mehr getrocknet werden können, also vornehmlich auf die Blätter und das Kraut der Wurzel- und Knollengewächse, Grünmais, auf Kartoffeln und Rübenarten, Zuckerrübenschnitzel, Kartoffelpülpe usw., welche Futterstoffe meistens unvermischt, nur zuweilen unter Zusatz von Strohhäcksel oder Spreu der Gärung unterworfen werden. Man bringt diese Stoffe lagenweise in Gruben, die entweder frei ins Erdreich geschnitten oder ausgemauert, zementiert bezw. asphaltiert sind, und sorgt durch kräftiges Festtreten jeder einzelnen eingebrachten Schicht für dichte Lagerung und möglichsten Ausschluß von Luft. Beim Füllen der Grube gewährt man den eingebrachten Materialien gern einige Zeit zum Setzen, einerseits um den vorhandenen Raum möglichst auszunützen, andrerseits um bei sehr wasserreichen Stoffen eine schwache Selbsterhitzung auf 35—40° C. einzuleiten. Längere Unterbrechungen beim Füllen machen eine Bedeckung des Futters nötig. Die eingelagerten Stoffe werden mit einer Lage Häcksel, Spreu oder Dachpappe und darüber mit einer 50—60 cm dicken Erdschicht bedeckt, an deren Stelle auch dichtgefügte, mit Steinen beschwerte Bretter[1]) treten können. Da der Ein-

[1]) Die Belastung soll 400—500 kg pro Quadratmeter betragen.

tritt von Grund- und Meteorwasser zu vermeiden ist, so verdienen da, wo alljährlich Sauerfutter bereitet wird, Gruben mit undurchlässiger Boden- und Wandfläche vor den einfach in die Erde geschnittenen Anlagen den Vorzug. Man füllt dabei die Gruben so hoch mit Futter, daß dasselbe, wenn es sich später setzt, mit der Bedeckung die angrenzende Bodenfläche noch etwas überragt, damit sich über der Grube nicht Wasser ansammeln kann. Bei ständigen Gruben führt man zum gleichen Zweck die festen Wände etwas über das Erdreich hinaus. Risse und Spalten, die sich in der Bedeckung beim Setzen des Futters bilden, werden sorgfältig geschlossen. Die Dimensionen der Gruben richten sich selbstverständlich nach der Menge des einzusäuernden Futters und sind so zu wählen, daß eine bequeme Füllung und Entleerung ermöglicht ist; in größeren Betrieben hält man zumeist bei beliebiger Länge eine Breite von 2,5—5 und eine Tiefe von 2—4 m ein, wobei die Wände ca. 1 m über die Erde herausragen. In Ländern, in welchen Mais als Hauptfutterpflanze gebaut wird, errichtet man oberirdische, runde Silos von beträchtlicher Höhe und gibt denselben zum Schutze gegen die Außentemperatur doppelte Wände, zwischen denen eine Luftschicht bleibt[1]) (S. 256).

Was die Vorbehandlung des einzusäuernden Materials anbetrifft, so empfiehlt es sich, grobstengeliges, sperriges Material, wie Gras Mais usw., zu 2—2,5 cm langem Häcksel zu zerschneiden. Kartoffeln und Rüben lassen sich unzerkleinert einsäuern, sofern man dafür sorgt, daß die Zwischenräume durch geeignetes Material (Rübenschnitzel, Rübenkraut, Kartoffelpülpe) ausgefüllt werden. Man beginnt mit der Einlagerung einer Schicht Rübenblätter oder Schnitzel, die im festgetretenen Zustande etwa 15 cm stark ist, bringt auf dieselbe eine ca. 30 cm hohe Schicht Rüben und Kartoffeln und tritt dieselbe fest in die darunter liegende Schicht ein, wobei Lücken und Hohlräume zu vermeiden sind. Darauf kommt wieder eine Lage Schnitzel oder Blätter, 15 cm hoch, und darüber eine 30 cm dicke Schicht Rüben und Kartoffeln, die wieder festgetreten werden, und so fort, bis das Futter über das Erdreich hervorragt, worauf die Miete in der schon angegebenen Weise weiter behandelt wird. Sorgt man für genügendes lagenweises Festtreten, so kann bei Rüben sogar von anderem Ausfüllmaterial abgesehen werden; man bringt dann die von anhaftender Erde befreiten Rüben mit den Blättern in die Gruben und läßt dieselben beim Festtreten mit einem Spaten zerstampfen. Bei Kartoffeln ist die gleichzeitige Einlagerung von Blättern oder Schnitzeln zu empfehlen, aber nicht durchaus nötig. Diese Verfahren der Einsäuerung sind auch bei gefrorenen Hackfrüchten durchaus am Platze. — Es ist ratsam, Kartoffeln in gedämpftem Zustande einzusäuern, namentlich wenn keine absolut wasserundurchlässige Gruben zur Verfügung stehen, weil das Fruchtwasser von den gedämpften Kartoffeln stärker aufgesaugt wird und dadurch nicht so große Verluste an Nährstoffen und konservierender Milchsäure eintreten.

Ein Zusatz von Viehsalz ist bei keinem der verschiedenen Futterstoffe notwendig.

---

[1]) Agr. Exp. Station, University of Wisconsin, Bulletin No. 125. 1905.

Wenn man nun, wie es bei der Sauerfutterbereitung geschieht, wasserhaltige organische Substanzen in einem von der Luft ziemlich abgeschlossenen Raume längere Zeit aufbewahrt, so treten in ihnen mancherlei **Veränderungen** ein. Sind die eingelagerten Materialien lebensfähig, wie z. B alle grünen, vollsaftigen Pflanzenteile, so unterhalten die Zellen bis zu ihrem Absterben zunächst eine Atmung, bei welcher stickstofffreie Stoffe verbraucht und Eiweiß zersetzt wird. Unter den Produkten dieser Atmung findet sich neben Kohlensäure gewöhnlicher Alkohol in deutlich nachweisbaren Mengen[1]) vor, ferner stickstoffhaltige Stoffe nicht-eiweißartiger Natur,[2]) wie Asparagin, Glutamin usw. Gleichzeitig setzt in solchem Material, in der ersten Zeit freilich nur an verletzten Stellen und in austretendem Saft, nach dem Absterben der Pflanzen aber in der ganzen Masse, die Tätigkeit von Mikroorganismen ein, unter denen sich verschiedene Hefeformen, Fäulnisbakterien, vornehmlich aber die Bakterien der Essigsäure-, Buttersäure-, Milchsäure- und Methangärung vorfinden. Je nach den obwaltenden Verhältnissen der Temperatur, des Feuchtigkeitsgehaltes, des Nährbodens und des Luftzutrittes gewinnt bald die eine, bald die andere Art dieser Kleinwesen die Oberhand. Den stärksten Sauerstoffbedarf haben die Essigsäurebakterien, die bei einer Temperatur von 20—35° C. am besten gedeihen: Buttersäurebakterien vegetieren ohne besondere Sauerstoffzufuhr und entwickeln sich am kräftigsten bei 35—40° C., während die Milchsäurebakterien noch höhere Temperaturen vertragen und um 50° C. herum ohne besonderen Luftzutritt am günstigsten gedeihen. Alle diese säurebildenden Bakterien bedürfen ferner eines kohlenhydratreichen Nährbodens und einer ziemlich großen Wassermenge. Ist das Material, in welchem sich Gärungsvorgänge abspielen, arm an Kohlenhydraten und reich an Eiweißstoffen, so finden die Fäulnisbakterien die ihnen zusagendste Nahrung, und umgekehrt bildet ein an Kohlenhydraten reicher Nährboden die hauptsächlichste Grundlage für die Vorherrschaft der säurebildenden Spaltpilze. Bei geringem Wassergehalt der Substanzen sind die Schimmelpilze, bei reichlicher Anwesenheit von Feuchtigkeit die Bakterien besser gestellt. So mannigfaltig diese Bedingungen für die Entwicklung der Organismen sind, so verschiedenartig ist auch die Richtung, in welcher sich die stofflichen Veränderungen des derartigen Vorgängen ausgesetzten Materials bewegen.

In den in die Sauergruben eingelagerten Futtermassen sind nun vor allem die Bedingungen gegeben, welche die säurebildenden Bakterien in ihrer Entwicklung fördern. Die Anwesenheit großer Mengen von Wasser und der stets überwiegende Gehalt der Futterpflanzen an Kohlenhydraten, sowie der herrschende Sauerstoffmangel begünstigen vor allem die Vermehrung der Milchsäurebakterien; und wenn auch unmittelbar nach dem Füllen der Gruben soviel Luft eingeschlossen ist, daß auch die Essigsäurebakterien gedeihen können, so stellen die letzteren nach Verbrauch des Sauerstoffs doch bald ihre Tätigkeit ein. Ähnlich ergeht es den

---

[1]) E. **Godlewski**, Bull. de L'Académie des Sciences de Cracovie 1901 und Zentralblatt für Agrikulturchemie 32. Jahrg., 1903, S. 383.

[2]) E. **Schulze**, Landw. Versuchsstationen 35. Bd., S. 195.

Buttersäurebakterien, deren Entwicklung durch die Anwesenheit gewisser Mengen der ihnen schädlichen freien Milchsäure mehr und mehr beeinträchtigt wird. In der Regel erlangen also — wenn das eingelagerte Material den nötigen Wassergehalt aufweist und fest eingestampft worden ist — die Milchsäurebakterien das Übergewicht, und darauf zielen auch alle praktisch als empfehlenswert erkannten Maßnahmen — die schwache Selbsterhitzung beim Füllen, das feste Einstampfen und die dichte Bedeckung der Gruben — ab. Welch große Mengen freier organischer Säuren sich bei der Gärung eingesäuerter Futtermittel bilden können, geht daraus hervor, daß Sauerfutter aus Zuckerrübenschnitzeln in der Trockensubstanz bis zu 29 % freie Säure enthalten kann.[1]) Infolge solcher intensiver Tätigkeit der Gärungserreger steigt die Temperatur in den Gruben sehr rasch an, erreicht jedoch in wasserreichen Materialien selten 50° C. und bleibt gewöhnlich einige Wochen auf nahezu 40° C. stehen, um dann langsam abzusinken. Nach 6—8 Wochen ist die Hauptgärung in der Regel abgeschlossen, und das Sauerfutter fertig für den Gebrauch. Dasselbe besitzt eine dem gekochten Futter ähnliche Beschaffenheit und einen sauern Geruch und Geschmack. Beim Verfüttern ist darauf zu achten, daß nicht mehr aus der Grube herausgenommen wird, als täglich zum Verzehr gelangt. Bleibt nämlich das Sauerfutter längere Zeit an der Luft liegen, so verdirbt es und kann recht unangenehme Wirkungen auf die Gesundheit der Tiere ausüben. Ebenso ist vor der Verfütterung etwa schon in den Gruben verdorbenen, fauligen Futters dringend zu warnen. Gut geratenes Sauerfutter eignet sich besonders für die Fütterung des erwachsenen Rindes; man verabreicht an Mastochsen pro 1000 kg Lebendgewicht bis zu 40 kg, an Milchvieh 30—40 kg, an Schafe 25—30 kg; auch Schweine nehmen eingesäuerte Futterstoffe sehr gern auf und gedeihen bei saueren Kartoffeln und Rüben sehr gut, wogegen Pferde, junge und tragende Tiere am besten kein Sauerfutter erhalten. Hat man solche Futterstoffe zur Einsäuerung benützt, die wie die Rübenblätter oder das Kartoffelkraut an sich schon einen Reiz ausüben, so sind die Gaben wesentlich einzuschränken und nicht mehr als 15—20 kg davon zu verfüttern, während von reizloserem Futter z. B. von Diffusionsschnitzeln man bis zu 60 kg geben kann. Da die freien Säuren des Sauerfutters immer leicht abführend wirken, so empfiehlt es sich, bei hohen Gaben dasselbe mit etwas Schlemmkreide (ca. 100 g auf 100 kg) gleichmäßig zu mischen.

Die Veränderungen, welche die Futterstoffe bei der Einsäuerung in Gruben erleiden, erstrecken sich, wie bereits angedeutet, sowohl auf die stickstoffhaltigen, wie auf die stickstofffreien Bestandteile. Nach einem Versuche des Verfassers[2]) mit Runkelrübenblättern und -köpfen, wobei ein Teil des eingesäuerten Materials von den anliegenden Blättern durch Stroh abgegrenzt, ein anderer Teil in Gläsern mit Kautschukverschluß in die Mitte der Grube eingelagert worden war, enthielt das frische und das eingesäuerte Material in der Trockensubstanz:

[1]) A. Morgen, Journal für Landw. 36. Jahrg. 1888, S. 299.
[2]) Landw. Versuchsstationen 25. Bd., 1880, S. 447.

	Frische Blätter	Eingesäuerte Blätter in Gläsern	Eingesäuerte Blätter frei in der Grube
Rohprotein	26,71	23,53	21,23
Eiweiß	19,29	9,49	11,56
Nichteiweißartige Stickstoffverbindungen	7,42	14,04	9,67
Rohfett[1])	2,59	3,20	5,02
Rohfaser	13,84	11,55	18,31
Stickstofffreie Extraktstoffe	38,44	39,54	43,44
Mineralstoffe	18,42	22,18	12,00

Die Grube war in einem schweren Lehmboden angelegt, nicht ausgemauert und hatte im ganzen 25 dz Blätter erhalten, welche am 19.—22. Oktober 1879 eingefüllt und am 10. März 1880 herausgenommen worden waren. Der durch Stroh abgegrenzte Teil, 250 kg, wog beim Öffnen der Grube nur 96,27 kg und hatte sein Gewicht somit um 61,5% vermindert, während der Inhalt der Gläser nur einige Gramm weniger wog als die eingefüllten frischen Blätter. Die weitere Untersuchung ergab, daß von 100 Teilen angewandter Trockensubstanz aus den Gläsern 18,0, aus dem frei eingelagerten Material 49,36 Teile verloren gegangen waren. Von den Einzelbestandteilen, die in 100 kg Trockensubstanz der frischen Blätter enthalten waren, wurde in dem Sauerfutter wiedergefunden:

	Frische Blätter kg	Eingesäuerte Blätter aus Gläsern kg	Eingesäuerte Blätter aus der Grube kg	Zunahme (+) oder Abnahme (—) in Prozent der Einzelbestandteile aus Gläsern	Zunahme (+) oder Abnahme (—) in Prozent der Einzelbestandteile aus der Grube
Trockensubstanz	100	82,00	50,64	—18,0	—49,4
Organische Substanz	81,58	63,81	44,18	—21,0	—45,4
Rohprotein	26,71	19,29	10,75	—27,8	—63,1
Nicht-eiweißart. Stickstoffverbindungen	7,42	11,51	5,63	+55,1	—31,8
Reinprotein	19,29	7,78	5,12	—59,7	—73,5
Rohfett	2,59	2,62	2,54	+ 1,2	— 1,5
Rohfaser	13,84	9,47	9,27	—31,6	—33,0
Stickstofffreie Extraktstoffe	38,44	32,42	22,00	—15,7	—42,8
Mineralstoffe	18,42	18,19	6,06	—	—66,5
Oxalsäure	3,51	2,53	2,40	—27,9	—31,6

Betrachten wir zunächst die für das in Gläsern bereitete Sauerfutter erlangten Zahlen, welche, da bei dieser Versuchsanordnung ein Verlust durch Versickern ausgeschlossen war, lediglich die durch Gärungsvorgänge herbeigeführten Veränderungen anzeigen.

[1]) Die obigen Zahlen geben den Gehalt an Rohfett an, das von den ätherlöslichen freien Säuren getrennt worden war.

1. Unter den stickstoffhaltigen Stoffen erfährt das Reinprotein eine starke Zersetzung, indem es in nicht-eiweißartige Verbindungen übergeführt wird. Dementsprechend ist der Gehalt des Sauerfutters an diesen letzteren Stoffen beträchtlich erhöht. Wie der Verfasser[1]) gelegentlich anderer Versuche nachwies, geht die Zersetzung der Proteinstoffe und der in den eingelagerten Pflanzen vorhandenen echten Amide (Asparagin, Glutamin) bis zur Bildung von Ammoniak, welches beim Trocknen des gegebenen Futters teilweise entweicht. Trägt man aber dafür Sorge, daß dieser Ammoniakverlust vermieden wird, so findet man, daß bei der Gärung des Futters kein Stickstoffverlust stattfindet,[2]) vielmehr aller Stickstoff, der in dem frischen Material vor dem Einsäuern vorhanden war, in wasserdichten Gruben im Futter erhalten bleibt.

2. Das Fett der eingesäuerten Futtermittel wird weder zerstört noch erfährt es eine Zunahme. Zwar haben die meisten Untersuchungen über die Bereitung gegorenen Futters eine Vermehrung des Rohfettes (Ätherextraktes) angezeigt, aber dieses Ergebnis ist lediglich eine Folge davon, daß andere, nicht zu den Fetten zu rechnende Stoffe (Milchsäure, Buttersäure) bei der Analyse in die ätherische Fettlösung übergehen (s. S. 13). Wie sich fettreichere Materialien verhalten, ist nicht bekannt, aber diese Frage ist bedeutungslos, da man fettreiche Futtermittel nicht einzusäuern pflegt.

3. Die Rohfaser unterliegt während der Gärung einem ziemlich umfänglichen Verlust, der sich, wie bei der Verdauung im Tierleibe, nicht bloß auf die Zellulose erstreckt, sondern auch die anderen Komponenten der Rohfaser, Pentosane und Lignin, betrifft.[3]) Es ist wohl möglich, daß man es hierbei mit einem der Sumpfgasgärung ähnlichen Vorgange zu tun hat.

4. Die stickstofffreien Extraktstoffe der eingesäuerten Futtermittel bilden das hauptsächlichste Material, aus welchem die in so großer Menge auftretenden organischen Säuren gebildet werden. Da nun Buttersäure und Essigsäure aus Kohlenhydraten nicht durch bloße Umlagerung entstehen, sondern dabei noch Kohlensäure, bei der Buttersäuregärung auch Wasserstoff erzeugt wird, so erleiden die stickstofffreien Extraktstoffe einen direkten Substanzverlust. Zudem gibt die gewöhnliche Analyse des Sauerfutters nicht genau den bei der Gärung unverändert gebliebenen Rest der stickstofffreien Extraktstoffe an, sondern es schließt der jeweils gefundene Betrag stets einen großen Teil der neuentstandenen Säuren ein. Demzufolge ist der Verlust an Kohlenhydraten in Wirklichkeit größer, als er in den Ergebnissen der Analysen gewöhnlich hervortritt.

Zu den Verlusten durch die bloße Gärung treten nun bei der Verwendung wasserreicher Futtermittel noch die Verluste hinzu, welche durch Abfließen von Saft entstehen. Wie aus dem oben angeführten Versuch mit den wasserreichen Rübenblättern hervorgeht, kann durch die beiden Vorgänge in ungünstigen Fällen

---

[1]) Landw. Versuchsstationen 32. Bd., 1886, S. 65 und 37. Bd., 1890, S. 16.

[2]) Salpetersäurehaltige Futtermittel erweisen sich nach dem Einsäuern als frei von Salpetersäure. Letztere wird wahrscheinlich reduziert und mag hierbei Veranlassung zur Entbindung geringer Mengen freien Stickstoffs geben.

[3]) Landw. Versuchsstationen 30. Bd., 1884, S. 455.

bis zur Hälfte der gesamten eingelagerten Trockensubstanz verloren gehen. Wasserdichte Gruben und die Einstreu von Häcksel und Spreu bilden hier wirksame Mittel zur Abhilfe.

Die Einsäuerung in Gruben erstreckt sich, wie erwähnt, nicht bloß auf grüne noch lebende Pflanzenteile, sondern auch auf abgetötetes Material, wie ausgelaugte Rübenschnitzel, Kartoffelpülpe usw. Auch Futterstoffe dieser Art erleiden bei dieser Konservierung erhebliche Einbußen an Nährstoffen, wie u. a. M. Maercker[1]) an Diffusionsschnitzeln, die 7 Monate in gemauerten Gruben gelagert hatten, nachgewiesen hat. In Prozenten der Einzelbestandteile waren folgende Beträge in Verlust geraten:

Frische Substanz	19,3
Organische Substanz	21,8
Rohprotein	9,1
Rohfaser.	10,0
Stickstofffreie Extractstoffe	28,8

Bei der Anwendung einfacher Erdgruben beobachtete derselbe Forscher[2]) in 10 verschiedenen Versuchen, daß von den Einzelbestandteilen in Verlust geraten waren:

	im Minimum %	im Maximum %	im Durchschnitt %
Frische Substanz	17,7	62,1	35,3
Organische Substanz	13,8	54,6	34,8
Rohprotein	4,5	39,7	24,5
Rohfaser.	8,9	51,8	29,6
Stickstofffreie Extraktstoffe . . .	14,6	56,5	37,8

Nach Beobachtungen von M. Gerlach[3]) betrugen die Verluste nach sechsmonatlichem Lagern bei Kartoffeln 19—36, bei Futterrüben 32, bei Rübenschnitzeln 36, und bei Rübenblättern 31%. Geringer scheinen die Verluste zu sein, wenn die einzusäuernden Kartoffeln vorher gedämpft werden. So beobachtete wenigstens M. Schmöger[4]), daß gedämpfte Kartoffeln nach 10 monatlicher Einlagerung in eine keineswegs dicht abschließende Erdgrube nur 15,2% ihres Gesamtgewichtes und nur 13,8% ihres Gehaltes an sandfreier Trockensubstanz verloren und sich dabei sehr gut konserviert hatten. Diese Beobachtung wird von W. Völtz[5]) bestätigt, der zum Teil noch geringere Verluste feststellte, namentlich nach vorangegangener Impfung mit reingezüchteten Milchsäurebakterien.

Anderweite Untersuchungen von A. Morgen[6]) lassen erkennen, daß in dem abgetöteten Material der Diffusionsschnitzel, ganz ebenso wie in grünen Futter-

[1]) Journal für Landw. 30. Jahrg. 1882, S. 418.
[2]) Ebenda S. 431.
[3]) Jahrbuch der deutschen Landw.-Gesellschaft 20. Bd., 1905, S. 20.
[4]) Fühlings landw. Zeitung 59. Jahrg., 1910, S. 652.
[5]) Landw. Jahrbücher 48. Bd., 1915, S. 493.
[6]) Journal für Landw. 36. Jahrg., 1888, S. 295.

pflanzen, auch eine Zersetzung der Eiweißstoffe stattfindet, von welcher unter Umständen über 25%, im Durchschnitt etwa 10% des gesamten, in den frischen Schnitzeln vorhandenen Eiweißbetrages betroffen wird.

Das Studium der Veränderungen, welche in gesäuerten Futtermitteln vor sich gehen, ist von verschiedenen Seiten eine Zeitlang sehr eifrig betrieben worden[1]) und hat zu der Erkenntnis geführt, daß eine vollkommen verlustlose Konservierung in Gruben unmöglich ist. Viele dieser Untersuchungen sind freilich in so kleinem Maßstabe — in Bottichen, Fässern, Kisten usw. — ausgeführt worden, daß ihre Ergebnisse zwar die allgemeine Richtung der Vorgänge bei dieser Gärung bezeichnen und von diesem Standpunkte aus durchaus wertvoll sind, sich aber mit den Verhältnissen in der landwirtschaftlichen Praxis keinesfalls decken. Es ist ganz selbstverständlich, daß das Futter in so kleinen Behältern sich unter ganz anderen Verhältnissen der Erwärmung und des Luftzutrittes befindet, wie die großen Massen, die in der Praxis zur Füllung einer Grube dienen. Kein Wunder daher, daß da, wo ein kleines Futterquantum verwendet wird, die Gärungsvorgänge weniger intensiv verlaufen und die Verluste sehr viel geringer ausfallen oder infolge reichlichen Luftzutrittes ein großer Teil des eingelagerten Futters verschimmelt. Zieht man nur solche Versuche in Betracht, bei denen die Verhältnisse der landwirtschaftlichen Praxis eingehalten wurden, so darf man sagen, daß bei Anwendung gemauerter und zementierter Gruben

1. von 100 Teilen eingelagerter Trockensubstanz 20—36 Teile in Verlust geraten und hiervon hauptsächlich die stickstofffreien Extraktstoffe und die Rohfaser betroffen werden;

2. daß stets ein ansehnlicher Teil des Eiweißes in minderwertige, nicht proteinartige Substanzen übergeführt und hierdurch 25—50% der Eiweißstoffe verloren gehen; und

3. daß in dem fertigen Sauerfutter durchschnittlich 1,5—2,5% freie Säuren, wovon ⅔ Milchsäure, vorhanden sind.

Trotz der zahlreichen Untersuchungen über die Bereitung des Sauerfutters ist über verschiedene wichtige Einzelfragen noch keine volle Klarheit erlangt worden. So ist uns nicht bekannt, bei welchem Wassergehalt des ein-

---

[1]) J. Neßler und C. Weigelt, 1. Bericht der Versuchsstat. Karlsruhe, S. 34; J. Moser, Bericht der Versuchsstat. Wien 1878, S. 165; H. Weiske, Journal für Landw. 25. Jahrg., 1877, S. 170 und 32. Jahrg., 1884, S. 81 u. 349; A. Stutzer, Deutsche landw. Presse 1883, S. 632; M. Maercker, Zentralblatt für Agrikulturchemie, 12. Jahrg., 1883, S. 269 und 13. Jahrg., 1884, S. 815; J. Fittbogen, Landw. Jahrbücher 13. Bd., 1884, S. 291; J. König, 3. Bericht der Versuchsstat. Münster 1884, S. 20; A. Mayer, Journal für Landw. 32. Jahrg., 1884, S. 386 und Landw. Versuchsstationen 32. Bd., 1886, S. 411; J. Kühn, Mentzel und v. Lengerkes landw. Kalender 1885, S. 57; F. Soxhlet, Landw. Tierzucht 1885, S. 197; F. W. Woll und W. A. Henry, Agr. Exper. Station Wisconsin, 5. Ann. Report 1887 und 1888; L. Malpeaux und G. Lefort, Annales de la science agr. 10. Jahrg., Bd. 2, S. 227.

zulagernden Materials die geringsten Verluste zu erwarten sind[1]), und ob es etwa zweckmäßig ist, sehr wasserreiche Futterstoffe vor dem Einbringen in die Gruben abwelken zu lassen bezw. abzupressen. Zweifellos ist die Entwicklung der Gärungsorganismen bis zu einem gewissen Grade von der Gegenwart von Wasser abhängig; wir wissen ja, daß die Stoffwechselprodukte der Bakterien, bei Sauerfutter also die freien Säuren, auf ihre eigenen Erzeuger entwicklungshemmend wirken, sobald die Konzentration dieser Produkte einen gewissen Grad überschreitet. Im Sauerfutter scheint dieser Stillstand erreicht zu sein, wenn sich in dem feuchten Material ca. 2—3% freie Säuren gebildet haben. Es besteht also die Aussicht, durch Verminderung des Wassergehaltes in dem einzusäuernden Futter einer zu weit gehenden Entwicklung der Bakterien eine Grenze zu stecken; bis zu welchem niedrigsten Wassergehalt man aber bei den verschiedenen Futterstoffen gehen darf, ohne die Konservierung zu gefährden, ist leider nicht bekannt. — Weiter wäre die Frage zu beantworten, ob sich bei sehr wasserreichem Material ein Zusatz von Spreu oder Häcksel empfiehlt und in welchen Mengenverhältnissen.[2]) Hier steht der Vorteil, Verluste durch Absickern zu vermeiden, dem Nachteil gegenüber, welchen der Luftzutritt haben könnte, der durch poröse Zusätze ermöglicht wird. — Selbst in der wichtigen Frage, ob die Verluste in den Gruben mit der Dauer der Konservierung gleichen Schritt halten, oder allmählich geringer werden und ganz aufhören,[3]) sieht man noch nicht klar. — Es gibt also noch reichliche Arbeit, bevor die Grundlagen für eine zutreffende Beurteilung dieses praktisch so außerordentlich wichtigen Konservierungsverfahrens geschaffen sein werden.

---

[1]) Bei einem Versuch mit Wiesenheu, das mit verschieden großen Wassermengen getränkt, 3 Monate in Fässern eingesäuert war, erhielt B. Schulze (Journal für Landw. 34. Jahrg., 1886, S. 187) folgende Zahlen:

Wassergehalt des Heues % . . .	32,3	48,2	62,4	74,0
Verlust an Trockensubstanz % . .	15,3	20,9	19,1	15,6

Auf praktische Verhältnisse sind diese Ergebnisse, wie der Verfasser selbst angibt, aus naheliegenden Gründen nicht übertragbar.

[2]) Nach M. Maercker hat sich der Zusatz von Häcksel zu Diffusionsschnitzeln nicht bewährt. Er fand bei einem Versuch (Journal für Landw. 30. Jahrg., 1882, S. 431) in gemauerten Gruben, daß nach 7monatlicher Lagerung in Prozenten der Einzelbestandteile verloren gingen:

	Organische Substanz	Rohprotein	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfaser
Schnitzel allein	19,3	9,1	28,8	10,0
„ + 2,32% Strohhäcksel	29,0	24,6	32,6	23,6

Auch L. Malpeaux und G. Lefort (Annales de la science agronomique 10. Jahrg., 2. Bd., S. 227), fanden, daß zwischen den Rübenschnitzel eingelagertes Stroh die Verluste keineswegs vermindert.

[3]) Ein Versuch von J. Fittbogen und O. Foerster (Landw. Jahrbücher 13. Bd., 1884, S. 297), welche gefrorene, vor dem Einlagern gedämpfte Kartoffeln zu verschiedenen Zeiten untersuchten, stellte folgende, auf Prozente der Einzelbestandteile berechnete Verluste fest:

Die erheblichen Verluste an Rohnährstoffen, welche bei der Sauerfutterbereitung entstehen, weisen bereits darauf hin, daß die verdaulichen Nährstoffe eine starke Einbuße erleiden müssen. Alles, was die Mikroorganismen bei ihrer Entwicklung verbrauchen, wird zum größten Teil sicherlich den am leichtesten löslichen, also den verdaulichen Bestandteilen des Futters entnommen, und daher ist zu erwarten, daß der vergorene Rückstand, das Sauerfutter, ärmer an verdaulichen Stoffen sein muß, als dasselbe Futter vor der Gärung. Nur dann, wenn sich die Zersetzung und der Verbrauch vorzugsweise auf die unverdaulichen Stoffe erstrecken würde, stünden Verluste nicht zu befürchten. Um einen zuverlässigen Einblick in diese Verhältnisse zu erlangen, müßte neben der Ab- oder Zunahme der Futterbestandteile in den Sauergruben auch die Verdaulichkeit des Futters vor und nach dem Einsäuern festgestellt werden, was bis jetzt leider noch nicht geschehen ist. Die erste und für lange Zeit einzige Untersuchung[1]), welche sich mit der vorliegenden Angelegenheit beschäftigt hat, scheint mit solchen Mängeln behaftet zu sein, daß ihre Ergebnisse nur mit Vorsicht zu verwerten sein dürften. Die unerläßliche Forderung nämlich, genau das gleiche Futter einmal vor dem Einsäuern und sodann als Sauerfutter dem Ausnützungsversuch zu unterwerfen, war in dieser Untersuchung nicht erfüllt, vielmehr war das Sauerfutter aus ganz anders beschaffenem und vermutlich leichter verdaulichem Material (Esparsette) hergestellt, als dasjenige war, welches in nicht gesäuertem Zustande zur Untersuchung gelangte; sodann wurde die Säuerung nur mit einem sehr kleinen Futterquantum (400 kg) in einer Kiste bewerkstelligt, und endlich wurde das fertige, anscheinend wohlgeratene Sauerfutter vor der Verabreichung an die Versuchstiere (Hammel) getrocknet, was ebenfalls zu beanstanden ist. Trotz dieser Mängel wollen wir es in Anbetracht der geringen Zahl der über den vorliegenden Gegenstand vorhandenen Untersuchungen nicht unterlassen, die Ergebnisse dieses Versuchs hier anzuführen.

	Organische Substanz	Rohprotein	Rohfett	Rohfaser	Stickstofffreie Extraktstoffe
Zusammensetzung der Trockensubstanz:					
Dürrheu I, verlustlos getrocknet	93,64	22,56	3,77	28,21	39,10
Dürrheu II, desgl. d. Sauerfutter entsprechend	93,98	18,56	2,89	33,93	38,60
Sauerfutter	92,52	20,44	6,02	35,18	30,88

	Nach 50 Tagen	Nach 76 Tagen	Nach 140 Tagen
Organische Substanz	13,4	18,3	22,4
Reinprotein	22,2	35,0	34,6
Stärkemehl und ähnliche Kohlenhydrate	17,4	18,0	25,0
Rohfaser	—	28,0	26,0

Auf einige Beobachtungen von B. Schulze mit angefeuchtetem Wiesenheu (Journal für Landw. 34. Jahrg., 1886, S. 203) sei hier nur hingewiesen.

[1]) H. Weiske, Journal für Landwirtschaft 25. Jahrg., 1877, S. 170.

Aus 100 kg angewandter Trockensubstanz von der Zusammensetzung des Dürrheues II wurde im Sauerfutter erhalten (in Kilogramm):

	Organische Substanz	Roh-protein	Roh-fett	Roh-faser	Stickstofffreie Extraktstoffe
	70,31	14,53	4,57	26,74	23,47
mithin Verlust	23,67	3,03	+1,68	7,19	15,13
Verlust in Prozenten der Einzelbestandteile . .	25,2	16,3	—	21,2	39,2
Der Fütterungsversuch ergab folgende Verdauungs-Koeffizienten:					
Dürrheu I	62,1	70,0	66,2	36,4	74,4
Sauerfutter	44,9	50,3	74,1	28,8	53,2

Die Umwandlung in Sauerfutter schien hiernach mit einer recht erheblichen Verminderung der Verdaulichkeit der angewandten Esparsette verbunden gewesen zu sein; denn aus 100 kg zur Einsäuerung benützter Trockensubstanz, in welcher überhaupt nur 58,4 kg verdauliche organische Substanz vorhanden war, müßten nach den erlangten Ergebnissen nicht weniger wie 27,3 kg oder 46,8% bei der Gärung zersetzt oder unverdaulich geworden sein. Nach einigen neueren Beobachtungen von F. Tangl und St. Weiser[1]) scheinen diese Verluste in der Tat häufig einen ganz erschreckenden Umfang anzunehmen. Die Untersuchungen der Genannten erstrecken sich zunächst auf Luzerne, die in Ungarn geerntet, in einer Menge von 30000 kg in einer nicht ausgemauerten Grube eingesäuert wurde und 8 Monate darin verblieb. Die Untersuchung der angewandten Luzerne und des Sauerfutters, das gut geraten war, ergab folgende Zahlen für die prozentische Zusammensetzung der Trockensubstanz und für die Verdaulichkeit der Einzelbestandteile:

	Organische Substanz	Roh-protein	Roh-fett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Roh-faser
Frisches Futter	93,39	16,72	3,89	49,05	23,73
Sauerfutter	91,42	20,43	3,13	48,03	19,83
Verdauungs-Koeffizienten:					
Frisches Futter	59,7	74,5	52,8	63,9	42,1
Sauerfutter	48,8	48,0	44,9	52,7	38,2

Da von 100 Teilen organischer Substanz, die in die Grube gebracht waren, nur 57,5 Teile wieder erhalten und somit 42,5 Teile verloren gegangen waren, so berechnen sich für die Einzelbestandteile der rohen und der verdaulichen Nährstoffe folgende Verluste auf je 100 Teile der angewandten Stoffe:

	Organische Substanz	Roh-protein	Roh-fett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Roh-faser
Rohnährstoffe	42,5	28,3	52,2	42,4	50,9
Verdaul. Nährstoffe . .	53,0	53,7	59,9	51,5	56,5

Hiernach war von der Menge eines jeden in der ursprünglichen Luzerne in verdaulicher Form enthaltenen Nährstoffs zwischen 50 und 60% in Verlust

[1]) Landw. Versuchsstationen 74. Bd., 1911, S. 263.

geraten, von dem verdaulichen Teil des wirklichen Eiweißes sogar noch erheblich mehr, nämlich 75,6 %.

Nicht anders fiel ein Versuch derselben Forscher mit Rübenkraut (Zuckerrübenblätter und -Köpfe) aus. Das Futter (32 200 kg) war hier entsprechend der in Ungarn vielfach herrschenden Gepflogenheit nicht in Gruben, sondern in Feimen eingesäuert, die nach ihrer Fertigstellung mit einer starken Erdschicht abgedeckt wurden. Für die prozentische Zusammensetzung der organischen Substanz und für die Verdaulichkeit der einzelnen Nährstoffgruppen ergaben sich folgende Zahlen:

	Organische Substanz	Rohprotein	Rohfett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfaser
Frisch	100	19,37	2,92	63,62	14,09
Eingesäuert	100	21,56	3,54	54,40	20,50
Verdauungs-Koeffizienten:					
Frisch	82,5	73,9	21,9	89,0	74,8
Eingesäuert	60,3	46,0	0	72,8	52,2

Von der gesamten Menge der in die Feime gebrachten organischen Substanz waren während der 3 Monate dauernder Säuerung 38,57 % verschwunden. Die Verluste, auf rohe und verdauliche Nährstoffe bezogen, stellen sich darnach in % der Einzelstoffe wie folgt:

	Organische Substanz	Rohprotein	Rohfett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfaser
Rohnährstoffe	38,6	31,6	25,6	47,5	10,7
Verdaul. Nährstoffe . .	54,9	57,4	100	57,1	37,7

Von dem verdaulichen Eiweiß des Rübenkrautes waren dabei 52,8 % in Verlust geraten.

Betrachtet man nicht bloß die quantitativen Veränderungen der in dem eingesäuerten Material enthaltenen verdaulichen Bestandteile, sondern auch die der unverdaulichen Stoffe, so findet man, daß trotz des Abflusses von Saft aus der Luzerne wie aus dem Rübenkraute eine bedeutende Vermehrung der unverdaudaulichen Substanzen stattgefunden haben muß. In dem eingesäuerten Luzerneheu erhöhte sich die Menge des unverdaulichen Rohproteins um 45,7 und die des unverdaulichen Reinproteins um 46,1 %; im Rübenkraut nahmen sämtliche unverdauliche Bestandteile mit Ausnahme des Fettes und der nicht eiweißartigen Stickstoffverbindungen ebenfalls beträchtlich zu, die organische Substanz um 36,7, das Rohprotein um 41,4, das Reinprotein um 46,7, die stickstofffreien Extraktstoffe um 30,5 und die Rohfaser sogar um 69,1 %. Der Ursprung dieser gewaltigen Mengen würde nur in der Tätigkeit der Mikroorganismen zu suchen sein und könnte lediglich in der Umwandlung verdaulicher Nährstoffe in unverdaulicher Leibessubstanz der Bakterien eine ausreichende Erklärung finden.

Zu ganz ähnlichen Resultaten führten Untersuchungen von F. Honcamp[1]), der Verluste der organischen Substanz von 23—37 % feststellte, als er Rübenkraut

---

[1]) Landw. Versuchsstationen 90. Bd., 1917, S. 431.

einsäuerte. Auch fand der genannte Versuchsansteller bei dahingehenden Versuchen, daß es in der Hauptsache verdauliche Nährstoffe waren, die in Verlust gerieten, und dieser Verlust war so groß, daß er den gesamten Verlust an organischer Substanz übertraf.

Die Sauerfutterbereitung ist also sicher mit einer ansehnlichen Verminderung der Verdaulichkeit des Futters verbunden. Wie hoch sich diese Verluste jedoch unter den Verhältnissen der Praxis durchschnittlich belaufen, läßt sich bei dem Mangel an eingehenderen Untersuchungen gegenwärtig noch nicht übersehen.

Stellt man die Verluste, die bei der geschilderten Art der Einsäuerung auftreten, denen gegenüber, welche bei sachgemäßer Trocknung unter nicht allzu ungünstigen Witterungsverhältnissen entstehen, so fällt der Vergleich durchweg zugunsten der Dürrheubereitung aus. Während bei dem letzteren Verfahren selten mehr als 15—20 % der Trockensubstanz und 10 % des Rohproteins verloren gehen und nur eine schwache Eiweißzersetzung eintritt, ist es bei der Konservierung der Futtermittel in Gruben in der Praxis kaum möglich, den Trockensubstanzverlust unter 25 % herabzudrücken oder die starke Eiweißzersetzung einzuschränken. Wo daher die Dürrheubereitung Erfolg verspricht, da vermeidet man das Einsäuern, und namentlich sollte man es sich gründlich überlegen, proteinreiche Futtermittel, wie die Kleearten, der Gärung in Gruben zu überliefern. Daß es ganz verwerflich und zweckwidrig ist, den einzusäuernden Materialien wertvolle trockne Futtermittel, Kleien und Futtermehle zuzumischen, wie es der Verfasser vereinzelt gesehen hat, bedarf keiner besonderen Auseinandersetzung.

β) Die Einsäuerung in Futtertürmen (Silos).

Die Anregung zur Erbauung der ersten Futtertürme geht wohl auf die Vorschriften zurück, die der Franzose Goffart zur Einsäuerung von Grünmais gegeben hat, und die sich auf die Konstruktion der Silos, die Zerkleinerung der Maispflanzen und das Einfüllen in die Gruben beziehen. Goffart schlug dabei niedere Gärkammern von ovaler Form vor, die 12 m lang, 5 m breit und 5 m tief zu mehreren unter einem Dache vereinigt werden sollten. Der einzufüllende Grünmais wird zu Häcksel von 1 cm Länge geschnitten und schichtenweise in die Gruben gebracht; wenn sich nach 24 Stunden das Futter gesetzt hat, wird eine neue Lage eingefüllt und so fort, bis die Grube voll ist. Dieses Verfahren befördert infolge des Eintrittes von Luft die Gärung und Erwärmung in der jeweils eingebrachten Schicht, es begünstigt hierdurch die Entwicklung der Milchsäurebakterien und schränkt die der Buttersäurebakterien ein. Das Verfahren liefert ein in jeder Hinsicht befriedigendes Futter. Ein Versuch, in welchem B. Schulze[1]) 65 dz Grünmais in dieser Weise 20 Wochen konservierte, ergab beim Öffnen des Silos 56,62 dz Sauermais von dunkel strohgelber Farbe und angenehm säuerlichem Geruch. Da der grüne Mais 16,83, der gesäuerte 15,63 % Trockensubstanz enthielt, so berechnet sich für die wasserfreie Substanz ein Verlust von

[1]) Zentralblatt für Agrikulturchemie 16. Jahrg., 1887, S. 96.

19,07 %. Die übrigen Verhältnisse sind aus folgender Zusammenstellung zu entnehmen.

	Organische Substanz	Rohprotein	Reineiweiß	Stickstoffhaltige Stoffe nicht-eiweißartiger Natur	Rohfett	Rohfaser	Stickstofffreie Extraktstoffe
Zusammensetzung der wasserfreien Substanz							
Grünmais . . .	91,77	7,75	5,13	2,62	1,85	35,95	46,22
Sauermais . . .	93,57	7,44	3,69	3,75	3,99	35,05	47,09
100 kg Grünmais enthielten in kg	91,77	7,75	5,13	2,62	1,85	35,95	46,22
Daraus 80,93 kg Sauermais . .	75,73	6,02	2,99	3,03	3,23	28,27	38,11
Verlust	—16,04	—1,73	—2,14	+0,41	+1,38	—7,58	—8,11
Verlust i. Proz. der Einzelbestandteile	—17,5	—22,3	—41,7	+15,6	+74,6	—21,1	—17,5

Es entwickelt sich in diesen Zahlen vor uns dasselbe Bild, das uns bereits die in geschlossenem Raume gesäuerten Rübenblätter dargeboten haben. Wir finden wiederum einen Gesamtverlust an organischer Substanz von 17,5 %, der in der Hauptsache auf die stickstofffreien Extraktstoffe und die Rohfaser fällt; daneben eine beträchtliche Abnahme des Rohproteins und Zunahme der stickstoffhaltigen Stoffe nicht-eiweißartiger Natur.

Dem oben beschriebenen Goffartschen Einsäuerungsverfahren nahe verwandt ist die von G. Fry[1]) empfohlene, als „Einsüßung" bezeichnete Konservierungsmethode, die ebenfalls nur auf grüne Futterpflanzen anwendbar ist. Bei dieser Methode ist der Schwerpunkt darauf gelegt, bald nach dem Einfüllen der Futtermittel in die Silos in allen Teilen des Pflanzenmaterials eine möglichst rasche, mindestens 50° C. betragende Erwärmung herbeizuführen. Dies wird dadurch erreicht, daß man einerseits die Futterpflanzen bis zu einem Mindestgehalt von 25 % Trockensubstanz abwelken läßt und andrerseits immer nur lockere Schichten von ca. 1 m Höhe einfüllt, die erst dann festgestampft werden, wenn die Temperatur die angegebene Höhe erreicht hat. Wasserreiche Futtermittel mit weniger als 25 % Trockensubstanz erhitzen sich nicht soweit und liefern gewöhnliches Sauerfutter, während ein zu weitgehendes Abwelken zu einem Produkte führt, das dem Braunheu nahesteht. Die hohen Temperaturen, welche Fry bei seinem Verfahren zu erreichen trachtet, beeinträchtigen die Essigsäure- und Buttersäure-Bildung, begünstigen dagegen die Entstehung der weniger flüchtigen, durch den Geruch nicht besonders wahrnehmbaren Milchsäure. Das fertige „Süßfutter" riecht daher nur schwach oder gar nicht säuerlich, sondern besitzt ein angenehmes, an gedörrtes Obst erinnerndes Aroma. Vom chemischen Standpunkte ist es freilich auch zu dem Sauerfutter zu rechnen, denn es enthält nach Frys eigenen Angaben sowohl flüchtige wie nicht flüchtige freie Säuren, wenn auch in ge-

[1]) Georges Fry, Die Einsüßung der Futtermittel, 1885.

ringerer Menge als gewöhnliches Sauerfutter.[1]) Die Verluste an Nährstoffen dürften bei diesem Verfahren noch höhere sein als bei dem einfachen Einsäuerungsverfahren, denn die bedeutende Selbsterwärmung des Futters läßt auf sehr lebhaft verlaufende Oxydations- und Zersetzungsvorgänge schließen.

Die großen Verluste, die das Frysche Verfahren im Gefolge hat, und die Umständlichkeit, mit der das Füllen der Silos nach dessen Vorschriften verbunden ist, haben eine allgemeine Einführung in die Praxis verhindert. Aber das Bedürfnis nach einem zweckmäßigen Konservierungsverfahren namentlich für Grünmais in Ländern, in denen diese Pflanze das Hauptfuttermittel für die Milchkühe bildet, hat zu weiteren Versuchen angeregt, und es ist besonders in Amerika in dem Bau von Futtertürmen ein Fortschritt erzielt worden, der auch bei uns immer mehr Beachtung findet.[2]) Der erste Silo nach Art der auch jetzt noch gebauten Türme dürfte von F. Morris im Staate Maryland im Jahre 1876 errichtet worden sein. Dieses Verfahren ist seitdem in der Arbeits- und Bauweise stetig verbessert worden und hat eine so allgemeine Einführung erfahren, daß man heute den Silo auf den amerikanischen Farmen mit überwiegend milchwirtschaftlichem Betrieb zur notwendigen Wirtschaftseinrichtung rechnet.

Was zunächst den Bau der Futtertürme betrifft, so können sie sowohl über wie in die Erde gebaut werden. Die Größe richtet sich nach grundsätzlichen Erwägungen und nach der Menge des benötigten Futters. Der Durchmesser der runden Türme soll im Interesse der Wärmeerhaltung, des Wärmeausgleichs und des Gärungsverlaufes nicht wesentlich unter 5 m gehen und die Höhe mindestens 9 m betragen, damit das Einsäuerungsgut selbst den nötigen Druck ausüben kann. Jedoch kann die Höhe der Türme auch über und unter dieses amerikanische Normalmaß gehen, wobei im letzteren Falle durch künstliche Beschwerung der nötige Druck erzielt werden muß. Ein solcher Normalsilo hat einen Fassungsraum von ca. 175 cbm und faßt Futter für 30 Kühe auf 200 Tage, entsprechend 6 cbm für eine Kuh. Die Futtertürme können aus Beton, Bruch- oder Ziegelsteinen erbaut werden, und es haben sich hierbei schon Spezialkonstruktionen herausgebildet. Zwecks besserer Wärmeregulierung und -schutz haben sich Türme aus Hohlziegeln und Betonhohlblöcken besonders bewährt. Die Innenseite muß mit Zementmörtel verputzt und geglättet sein, damit die Masse glatt abrutscht und keine Hohlräume entstehen, die eine Essigsäure- und Buttersäuregärung im Gefolge haben würden. Längs des Turmes läuft ein Entleerungsschlitz, der mittels passender Bretter quer von innen abgeschlossen wird. Entlang dem Schlitz ist ein kleiner aus Holz gefertigter Vorbau schachtartig vom Boden bis zum Dach

---

[1]) Süßfutter aus Inkarnatklee enthielt nämlich 0,3 % als Essigsäure und 1,7 % als Milchsäure berechnete freie Säure.

[2]) F. Matenaers, Moderne Futtersilos, Silage-Bereitung und Silage-Verfütterung. Berlin, Verlag von Paul Parey, 1910. A. Stutzer, Futtersilos und Silagefutter. Landw. Hefte Nr. 26, Verlag von Paul Parey, 1915. Th. Henkel, Die Erhaltung von Saftfutter in Futtertürmen (Silos), Gruben und Süßpreßfutterkammern. Landw. Jahrbuch für Bayern, 1918, Heft 2.

gebaut und mündet in dieses über der Turmmauer. Dieser Vorbau dient als Wärmeschutz für die aus dem Entleerungsschlitz strömende Wärme und in ihm befindet sich das Gebläse zum Heraufblasen des geschnittenen Futters.

Bei der Füllung des Turmes ist folgendes zu beachten:

1. Der Wassergehalt des einzulegenden Futters, sofern es aus sperrigem, wasserreichem Futter besteht, soll ca. 75% betragen. Ist der Wassergehalt dieser Materialien zu hoch, so besteht die Gefahr, daß es anstatt zu einer Milchsäuregärung, die angestrebt wird, zur Essigsäure- und Buttersäuregärung kommt und das Futter ungern von den Tieren genommen wird. Außerdem verläuft eine solche Gärung zu träge und braucht längere Zeit bis sie infolge des notwendigen Säuregehaltes zum Stillstand kommt. Ein solcher Gärungsverlauf ist aber, wie bereits bei der Einsäuerung in Gruben besprochen, mit großen Verlusten verbunden. Sollen daher junge saftreiche Pflanzen (Mais, Bohnen, Wicken, Gras, usw.) zur Füllung Verwendung finden, so müssen sie auf den obenerwähnten Trockensubstanzgehalt abgetrocknet werden, oder es ist durch Zugabe von Spreu der Überschuß an Feuchtigkeit zu binden. Ist der Wassergehalt des einzulegenden Materials aber wesentlich niedriger als 75%, dann geht die Gärung zu stürmisch vor sich. Die Erwärmung steigt zu hoch, und die Verluste sind, wie bei dem Verfahren von Fry geschildert worden ist, sehr hoch. Von der Einhaltung des richtigen Wassergehaltes hängt mithin ganz wesentlich die Güte des eingesäuerten Futters ab.

2. Die einzulegenden Pflanzen dürfen nicht ganz abgestorben sein, sondern müssen noch einen Atmungsprozeß unterhalten, weil nur lebende Pflanzen die zur Gärung nötige Wärme erzeugen können.

3. Die Wärme soll im Durchschnitt 30° C. betragen und im allgemeinen 40° C. nicht übersteigen.

4. Die Einlage muß so bewirkt werden, daß zwischen den einzelnen Futterteilen möglichst wenig mit Luft gefüllte Hohlräume entstehen. Infolgedessen müssen sperrige Futterstoffe kurz gehäckselt werden. Außerdem ist der Luftzutritt nach erfolgter Füllung vollständig fernzuhalten.

Die Nährstoffverluste, die bei dieser Art der Futterkonservierung entstehen, sollen nach Untersuchungen amerikanischer Versuchsstationen 5—10% nicht übersteigen. Auch gewinnt es den Anschein, daß die früher besprochene Verminderung der Verdaulichkeit, die mit der Sauerfutterbereitung in Gruben verbunden ist, bei dem Silofutter nicht in Erscheinung tritt. Im Gegenteil ist bezüglich der Maispflanze sogar eine höhere Verdaulichkeit des eingesäuerten Produktes festgestellt worden, als wie in dem getrockneten Material vorhanden war. Unter 10 Versuchen nämlich, welche W. A. Jordan und F. H. Hall[1]) zusammenstellen, finden sich 8, in denen der Sauermais eine etwas höhere Verdaulichkeit aufwies als das auf dem Felde getrocknete Futter. Im Durchschnitt dieser 8 Versuche lagen die Verdauungskoeffizienten für die Trockensubstanz beim Sauermais um 5% höher als beim getrockneten Mais. — Auch das Maisstroh erleidet nach

[1]) Digestibility of American Feeding Stuffs, 1900, S. 95.

den Untersuchungen von F. Tangl[1]) und St. Weiser durch das Einsäuern in Silos keinen Verlust an verdaulichen Nährstoffen.

Bei dieser Sachlage kann es keinem Zweifel unterliegen, daß ein solches saftiges Futter einen höheren Stärkewert besitzt und einen günstigeren Einfluß auf die Milchergiebigkeit ausübt als Trockenfutter.

γ) Einsäuern in Herba-Futterkammern (Süßpreßfutterbehälter).[2])

Für dieses von der Schweizer A.-G. Herba in Rapperswil ausgearbeitete Verfahren der Futterkonservierung in betonierten Gärkammern mit Druckvorrichtung zur Regulierung des Gärungsverlaufes wird auch in Deutschland in neuerer Zeit viel Reklame gemacht. Die Gärkammern bestehen aus kubischen Behältern, die je nach dem Futterbedarf 30—125 cbm fassen. Soll mehr Futter zur Konservierung gelangen, so werden 2 Kammern mit gemeinsamer Zwischenwand nebeneinander gebaut. Die Behälter werden aus Betonplatten, die etwa 1 m lang, 35 cm hoch und 6½ cm dick sind, gefertigt. Diese Platten werden in ein System von Eisenbetonbalken eingefügt, und die ganze Konstruktion ist so gewählt, daß bei geringem Aufwand von Material große Druckfestigkeit erreicht wird. Ferner sind die Behälter mit einer Preßvorrichtung versehen, die aus einer Spindelpresse und 2 Druckfedern besteht, und die die Herbeiführung eines beliebigen Druckes ermöglicht. Läßt der Druck der Spindelpresse infolge Zusammensackens des Materials nach, so treten die Federn in Wirksamkeit und verhindern die Bildung von lufthaltigen Hohlräumen. Die ganzen Maßnahmen dieses Verfahrens zielen darauf ab, ähnlich wie bei der Fryschen Methode rasch eine starke Gärung und eine Erwärmung auf 50—60° C. zu erzeugen. Alsdann wird die Presse angezogen; das gärende Futter wird stark zusammengepreßt, die Luft entweicht, und die Gärung wird unterbrochen und dadurch starke Verluste vermieden.

Wie hoch sich die durch die Gärung entstehenden Verluste an Nährmaterial bei den Gärfutterkammern stellen, bedarf noch der exakten Nachprüfung. Da aber in kurzer Zeit eine hohe Temperatur erzielt werden muß, ist es selbstverständlich, daß die Verluste hohe sein müssen. Das Futter, das eingesäuert werden soll, muß daher auch auf mindestens 25% Trockensubstanz abgewelkt sein, wenn es ein Süßfutter werden soll. Wird gewöhnliches Gras, oder wie es in der Schweiz vielfach geschieht, solches Gras eingesäuert, das infolge schlechten Wetters nicht dürr gemacht werden kann, so resultiert, genau wie in gewöhnlichen Gruben, ein Sauerfutter. Im übrigen muß der starken Reklame für die Süßpreßfutterbehälter gegenüber betont werden, daß sie sich, abgesehen von den Druckvorrichtungen, von gewöhnlichen Sauergruben in nichts unterscheiden und daß in ihnen auch kein anderes Futter erzielt wird, als in den gewöhnlichen Sauergruben, wenn die diesbezüglichen Vorschriften G. Frys Beachtung

[1]) Landw. Versuchsstationen 74. Bd., 1911, S. 322.

[2]) Süßgrünfutter in Betonbehältern mit Preßvorrichtung. Mitteilungen der D. L.-G., Stück 5, 1918.

finden. (Vergl. S. 257.) Alles was darüber hinaus behauptet wird, beruht auf Täuschung oder Geschäftsspekulation.

e) Preßfutterbereitung.

Zur Herstellung von Preßfutter[1]) können alle Arten wasserreicher, grüner Pflanzen benützt werden, vor allem die Gras- und Kleearten, Grünmais, Rübenblätter und -köpfe, Mohrrüben- und Kohlrübenblätter, kurz alle solche Futterstoffe, die sich zu einer wenig porösen Masse zusammenpressen lassen. Aus diesen Materialien werden unter lagenweisem Festtreten und besonders fester Packung der Randstellen große Feimen gebildet, welche durch Belastung mit dichtgefügten Brettern und Steinen oder durch besondere Preßvorrichtungen unter starken Druck gesetzt werden können. Das Ziel dieser Maßnahmen ist, in den Feimen zunächst eine 50° C. überschreitende Erwärmung hervorzurufen, die Temperatur jedoch nicht über 65° C. kommen zu lassen. Droht die Selbsterhitzung dieses Maximum zu übersteigen, so werden die Preßvorrichtungen in Tätigkeit gesetzt. Man führt hierdurch eine dichtere Zusammenlagerung der Futtermassen herbei, beschränkt also den Luftzutritt und schwächt auf diese Weise die Gärung ab, um eine weitere Temperatursteigerung zu vermeiden. Alles was dieser Regulierung der Selbsterwärmung entgegensteht, muß bei der Preßfutterbereitung vermieden werden. Man verwendet daher bei diesem Konservierungsverfahren weder sperrige, trockne Futterstoffe, noch Pflanzen, die im Wachstum sehr weit vorgeschritten und zu wasserarm geworden sind. In diesen würde sich wegen der besseren Durchlüftung eine so stürmische Gärung und eine so bedeutende Erwärmung einstellen, daß nicht nur große Substanzverluste eintreten, sondern das Futter durch Verkohlung völlig entwertet werden würde. Aus demselben Grunde vermeidet man es ferner, die Pflanzen vor dem Einbringen in die Feimen abwelken zu lassen, und gestattet dies höchstens bei besonders wasserreichen Futterstoffen, wie bei den Blättern von Rübengewächsen. Auch der Zusatz von Häcksel oder Spreu, über dessen Zweckmäßigkeit man überhaupt im Zweifel ist, würde, wenn er selbst bei wasserreichen Blättern ca. 4% überstiege, der Durchlüftung und Erhitzung zu sehr Vorschub leisten.

Die Menge des Futters, die in einer Feime untergebracht wird, darf nicht zu gering bemessen werden. Da nämlich an den vertikalen ungeschützten Außenseiten der Feimen stets eine bis zu 50 cm dicke Schicht des Futters verschimmelt und verdirbt, und dieser Abfall, wie die Überlegung ergibt, in Prozenten der ganzen Futtermasse ausgedrückt, um so größer ist, je kleiner die Feime gebaut wird, so ist es verständlich, wenn zur Herstellung einer Preßfeime 1000 dz grüne Masse als Minimum angesehen werden. Zur Einschränkung des Abfalls

---

[1]) Ausführlicheres über diese Art der Konservierung findet sich in den Schriften und Abhandlungen von G. Calberla, Über Grünpreßfutter, Dresden 1888; Fr. Albert, Jahrbuch der deutschen Landw.-Gesellschaft 6. Bd., 1901, S. 149 und Konservierung der Futtermittel, Berlin 1903, S. 129; sowie von A. Postelt, Bereitung süßer Silage, Wien 1893.

an den Seitenflächen der Feimen empfiehlt es sich, dieselben glatt zu schneiden, wenn sich das Futter gesetzt hat, eine Maßregel, die aber von einzelnen Seiten wieder als verwerflich bezeichnet wird. Der Feime eine Unterlage von Stroh zu geben ist nur da ratsam, wo der Aufbau direkt auf dem Erdboden geschieht; hier würde beim Abstechen des fertigen Futters sonst ein Teil desselben sich mit Erde vermischen und unbrauchbar werden. Als Deckschicht auf die Feime verwendet man vor dem Auflegen der Preßeinrichtung soviel glattes Stroh, daß dasselbe nach dem Pressen noch eine Lage von 50 cm bildet. Im übrigen füllt man die Feime in dem Maße nach, wie sie sich setzt. Vom Wetter ist man bei dieser Art der Konservierung insofern unabhängig, als selbst anhaltender Regen beim Aufbau der Feimen den Erfolg nicht in Frage stellt; Trockenheit und Dürre sind eher hinderlich, da die einzulagernden Pflanzen nicht zu weit abwelken dürfen.

Die Regulierung der Temperatur in den Feimen ist der schwierigste Punkt bei der Preßfutterbereitung. Oft stellen sich auf zwei entgegengesetzten Seiten eines und desselben Haufens, in gleicher Tiefe gemessen, Unterschiede von 20° C. und darüber ein, je nachdem die Besonnung, die Wind- und Regenrichtung oder ungleichmäßige Lagerung der einseitigen oder lokalen Erwärmung Vorschub leisten. In der Regel setzt die Selbsterhitzung schon am ersten Tage ein und erfordert, sobald 50° C. erreicht sind, die sofortige Anwendung der Presse. Wie die Erwärmung, so verläuft auch die Abkühlung je nach der Beschaffenheit des eingelagerten Materials sehr verschieden, und es kommt vor, daß trotz vollster Belastung der Pressen die Temperatur sich monatelang auf mehr als 50° C. erhält. In solchen Fällen erleidet das Futter große Verluste und nimmt infolge ausgiebiger Wasserverdunstung und zunehmender Porosität mehr die Beschaffenheit des Braunheues als die des gewünschten Preßfutters an.

Das fertige Preßfutter nimmt zumeist nur etwa $^1/_3$ des Volumens ein, welches die Feime ursprünglich besaß. Es hat, wenn es gut gelungen ist, einen angenehmen, an Brot oder Dörrobst erinnernden Geruch, eine olivengrüne, ins Bräunliche spielende Farbe und zeigt eine wenig veränderte, derbe, nicht breiige Struktur. Da durch die Temperaturen über 50° C. die Milchsäurebildung begünstigt, die Essigsäure- und Buttersäuregärung aber eingeschränkt wird, so trägt es den Charakter der sogenannten süßen Ensilage (S. 257) und wird daher auch vielfach als „Süßpreßfutter" bezeichnet. Vom chemischen Standpunkte aus muß es freilich als ein saures Futter angesprochen werden, da es, wie die weiter unten folgenden Analysen zeigen, freie Säuren in ziemlichen Mengen enthält. Bei der Schwierigkeit, die Temperatur der gärenden Massen innerhalb der wünschenswerten Grenzen zu halten, kann trotz der Anwendung der Pressen aus grobstengligem oder zu weit abgewelktem Material Braunheu verschiedenster Qualitäten, oder aus wasserreichen Pflanzen namentlich bei kühlem Wetter im Herbst ein typisches Sauerfutter statt Grünpreßfutter gewonnen werden.

Der Substanzverlust, welcher bei der Preßfutterbereitung niemals vermieden werden kann, setzt sich zusammen aus den verdorbenen Randabfällen, dem Safte, welcher unter dem hohen Druck der Pressen abfließt, und aus den durch Mikroorganismen zerstörten organischen Futterbestandteilen. Nach Untersuchungen von

F. Albert[1]) und E. Wolff[2]) darf man annehmen, daß es selten gelingen wird, den gesamten Trockensubstanzverlust unter 40% herabzudrücken. Ersterer erhielt von 100 Teilen der in die Feimen gebrachten Trockensubstanz

bei Grünmais nur 48,9%
„ Rübenköpfen „ 59,8 „

in dem verfütterbaren Teile des Preßfutters wieder, und dabei handelte es sich nicht etwa um Versuche im kleinen, sondern es waren vom Mais 114835, von den Rübenblättern 154325 kg in einer Feime vereinigt, also Quantitäten, bei denen nicht etwa eine zu geringe Größe der Feimen die Randabfälle besonders erhöht haben konnte. Ähnlich waren die Verluste, welche im Herbst eingelagertes Wiesengras nach Wolffs Beobachtungen erlitt, indem hier aus 42230 kg frischem Grase nur 57,3% der angewandten Trockensubstanz in Form brauchbaren Preßfutters wieder erhalten wurden.

Über die Zusammensetzung des Preßfutters im Vergleich zu der des in die Feimen gebrachten Materials geben die nachstehenden, den Versuchen Alberts mit Pferdezahnmais entnommenen Zahlen Aufschluß:

	Frischer Grünmais %	Preßfutter %
In der wasserhaltigen Substanz:		
Wasser	80,76	76,46
Trockensubstanz	19,24	23,54
Gesamte freie Säuren	—	1,18
Flüchtige Säuren	—	0,37
Nicht flüchtige Säuren	—	0,81
In der Trockensubstanz		
Rohprotein	5,24	7,49
Rohfaser	31,19	36,16
Stickstofffreie Extraktstoffe und Fett	57,18	50,96
Asche	6,39	5,39
Eiweiß	3,42	4,79
Nicht-eiweißartige Stickstoffsubstanz	1,82	2,70
Ammoniak (flüchtig)	—	0,26
Verdauliches Rohprotein	3,87	3,93
„ Reinprotein	2,05	1,49

Infolge der Erwärmung in den Preßfeimen verdunstet hiernach Wasser, und das eingelagerte Material wird reicher an Trockensubstanz. Von der Zerstörung durch die Mikroorganismen werden vor allem die stickstofffreien Extraktstoffe in großem Umfange betroffen, weshalb in der Regel das Preßfutter einen etwas höheren prozentischen Gehalt an Rohprotein und Rohfaser aufweist, während

[1]) Jahrbuch der deutschen Landw.-Gesellschaft 6. Bd., 1891, S. 230.
[2]) Landw. Jahrbücher 21. Bd., 1892, S. 45.

die Mineralsubstanz je nach dem Abfluß von Saft prozentisch bald zu-, bald abnehmen kann. Wie bei allen sauren Gärungen, die wir bis jetzt beschrieben haben, so unterliegt auch hier das Eiweiß der Zerstörung, indem sich in obigem Falle im Grünmais 65, im Preßfutter an einzelnen Stellen nur 58% des gesamten Rohproteins in Form von Eiweiß vorfand. Dabei sank die Verdaulichkeit[1]) des Eiweißes von 60% im Grünmais auf 31% im Preßfutter.

Bei den Wolffschen Untersuchungen war die Verdaulichkeit des ursprünglichen Wiesengrases nach verlustlosem Trocknen, sowie auch die des fertigen Preßfutters mit Schafen festgestellt und dabei folgendes gefunden worden:

		In der Trockensubstanz						
	Wasser	Rohprotein	Eiweiß	Nichteiweißart. Stickstoffsubstanz	Rohfett	Rohfaser	Stickstofffr. Extraktstoffe	Asche
Prozentische Zusammensetzung.								
Wiesengras	60,73	11,27	9,48	1,43	3,70	25,08	49,23	10,72
Preßfutter	55,41	12,67	9,45	3,22	4,70	23,97	45,72	12,94

	Trockensubstanz	Organische Substanz	Rohprotein	Rohfett	Rohfaser	Stickstofffreie Extraktstoffe
Verdauungs-Koeffizienten.						
Wiesengras . . .	57,1	59,8	56,0	45,7	61,8	60,8
Preßfutter . . .	52,0	54,2	27,2	60,9	71,2	52,1
Verlust infolge der Konservierung, in Proz. der verdaul. Einzelbestandteile	47,8	49,1	68,6	2,4	36,9	53,9

Im Vergleich zu dem verwendeten Wiesenheu erwies sich also der verfütterbare Teil des Preßfutters als weniger verdaulich. Besonders stark war diese Verminderung bei dem Rest der stickstofffreien Extraktstoffe und des Rohproteins, der im Preßfutter erhalten blieb, während bei dem Rohfett[2]) und der Rohfaser[3]) eine Erhöhung zu bemerken war. Von den 12,67 g Rohprotein, die in 100 g Preßfutter-Trockensubstanz enthalten waren, erwiesen sich nur 27,2% = 3,45 g als verdaulich, von denen 3,22 g auf die nicht-eiweißartigen Stickstoffverbindungen[4]) entfallen. Zieht man diesen Betrag ab, so bleiben nur 0,23 g für verdauliches Eiweiß übrig. Die Verluste und Veränderungen im Preßfutter können also soweit gehen, daß von verdaulichem Eiweiß kaum etwas

[1]) Dieselbe wurde auf dem Wege der künstlichen Verdauung (S. 42) ermittelt.

[2]) Der höhere Verdauungs-Koeffizient für das Rohfett des Preßfutters erklärt sich aus dem Übergang von organischen Säuren in den Ätherextrakt (s. S. 13).

[3]) Es ist des öfteren bemerkt worden, daß die Rohfaser gegorener Futterstoffe etwas besser verdaut wird als die derselben Futtermittel im nicht gegorenen Zustande. Vielleicht zerstören die Gärungsorganismen doch unter Umständen mehr inkrustierende Stoffe als Zellulose und machen letztere der Verdauung zugänglicher.

[4]) Da diese Stoffe sich in Wasser leicht auflösen, so nimmt man an, daß sie vollkommen verdaulich sind.

übrig bleibt, und dieser Fall kann selbst dann eintreten, wenn wie bei den Wolffschen Untersuchungen „ein gut geratenes“ Futter gewonnen wird. Nach den bisherigen Beobachtungen scheint die Verdaulichkeit des Eiweißes um so weniger vermindert zu werden, je wasserreicher das eingelagerte Material ist und je niedriger die Temperatur in den Preßfeimen bleibt.

Nach allem, was hier vorgebracht worden ist, muß die Preßfutterbereitung als ein Notbehelf angesehen werden, zu welchem man nur dann greifen sollte, wenn bei irgend einer anderen Art der Konservierung der vollständige Verlust des Futters in Aussicht steht. Ist das Trocknen des Futters unmöglich, so ist dem Einsäuern unter allen Umständen der Vorzug vor der Preßfutterbereitung zu geben.

Über die Verwendung des Preßfutters gilt dasselbe, was über die Verabreichung des Sauerfutters gesagt worden ist.

f) Die Aufbewahrung des Körnerfutters.

Gut ausgereifte, trockne, von Pilzen nicht befallene Körnerarten pflegt man ohne weitere Vorbehandlung in trocknen, kühlen Räumen aufzubewahren, indem man sie auf dicht gefügter Unterlage in einer den Raumverhältnissen entsprechenden Schicht ausbreitet oder in hohe, aus Metall gefertigte, dichte Behälter (Silos) unterbringt. In beiden Fällen treten während der Lagerung in der Zusammensetzung der Körner Veränderungen ein, die sich in einer deutlichen Wärmebildung kenntlich machen. Aus mehrfachen Untersuchungen, insbesondere aus denjenigen, welche von A. Müntz[1]) ausgeführt worden sind, ist zu schließen, daß das ruhende Samenkorn beständig Sauerstoff aufnimmt und Kohlensäure ausgibt. Hiernach wird in den Körnern ein Verbrennungsprozeß unterhalten, durch welchen, wie die Analyse gezeigt hat, hauptsächlich Stärkemehl, in geringerem Umfange Fett und zuweilen Zucker zerstört wird. Die so entstehenden Verluste nehmen eine verschiedene Größe an je nach dem Luftzutritt, der Feuchtigkeit der Körner und der Temperatur des Lagerraumes. In gut verschlossenen Silos ist der Sauerstoff sehr bald ganz aufgebraucht, die Verbrennung wird daher bald unterbrochen, und die Körner verlieren nur wenig an Eiweiß. So erhielt Müntz z. B. von 119572 kg Hafer, der Anfang April 1879 in einen Silo eingefüllt worden war, am 29. September desselben Jahres 119023 kg wieder, in einem anderen Falle von 125770 kg derselben Körnerfrucht, die vom 11. Dezember 1878 bis 26. September 1879 im Silo geblieben war, wurden 125756 kg wieder erhalten. Anders stellt sich die Sache, wenn die Körner an der Luft aufbewahrt werden. Hier tritt so reichlich Sauerstoff in die Gewebe ein, daß die Verbrennung dauernd fortbesteht und kaum mit der Zeit abgeschwächt wird. Während z. B. eine Hafersorte, in einem Gefäß aufbewahrt, durch welches ein langsamer Luftstrom geleitet wurde, auf die Zeit eines Jahres berechnet, 6,5% ihres gesamten Kohlenstoffgehaltes in der Form von Kohlensäure aus-

[1]) Annales de l'Institut National Agronomique 3. Jahrg., 1878—79, Nr. 4.

atmete, sank dieser Verlust bei der Einlagerung in hermetisch verschlossenen Gefäßen auf die Hälfte, ja bis auf ein Fünftel des genannten Betrages. In gut gedichteten Silos konservieren sich also die Körnerfrüchte weit besser, als an der Luft. Bei vergleichenden Untersuchungen mit Hafer, der vom 15. November 1877 bis 15. Mai 1880, als 30 Monate aufbewahrt worden war, wurden, wenn man die Trockensubstanz des im Silo konservierten Hafers gleich 100 setzt, nach der Aufbewahrung an der Luft wieder erhalten:

	Trockensubstanz	Rohprotein	Rohfett	Stärkemehl	Zucker	Rohfaser	Asche
im Silo . .	100	12,39	3,19	45,02	0,23	9,63	4,47
an der Luft	92,82	11,12	2,80	37,92	1,05	8,97	3,55
Differenz. .	—7,18	—1,27	—0,39	—7,10	+0,82	—0,66	—0,92

Bei dem gleichen Versuch mit Mais, der vom 8. August 1879 bis 15. November 1880, d. i. 16 Monate konserviert worden war, stellten sich die entsprechenden Zahlen auf:

im Silo . .	100,0	10,69	3,76	67,21[1])	1,60	1,18	1,42
an der Luft.	87,3	8,95	3,23	59,59	0,40	0,99	1,13
	—12,7	—1,74	—0,53	—7,62	—1,20	—0,19	—0,29

Die Mehrverluste, welche sich bei der Konservierung an der Luft ergaben, sind jedenfalls nicht allein den Verbrennungsvorgängen zuzuschreiben, sondern zum Teil, bei der Asche und der Rohfaser sicher ganz, auf Rechnung mechanischer Abtrennungen zu setzen, die beim Umschaufeln der an der Luft aufbewahrten Körner durch Abreiben zustande kommen. Da sich nämlich die Körner beim Lagern an der Luft erhitzen und dann verderben würden, so müssen dieselben von Zeit zu Zeit gewendet werden. Beim Hafer geschah dies in obigen Versuchen alle 2 Monate, beim Mais alle 14 Tage.

Einen beachtenswerten Einfluß auf die Verluste der Körner beim Lagern übt der Feuchtigkeitsgehalt des Materials aus.[2]) Einerseits begünstigt ein hoher Wassergehalt die Verbrennungsvorgänge, wie die folgende, von A. Müntz herrührende Untersuchung der Kohlensäureausgabe ein und derselben Hafersorte, der verschiedene Feuchtigkeitsmengen einverleibt worden waren, zeigt. Je 50 g Hafer waren mit je 125 ccm Luft bei 23—28° C. 3 Wochen lang in einem verschlossenen Gefäß aufbewahrt, und in dieser Zeit die Mengen der ausgeatmeten Kohlensäure ermittelt worden:

Wasser im Hafer, %	2,52	11,18	16,98	17,82
Kohlensäure, ccm	0,2	3,1	24,7	35,1

Im Silo hat ein hoher Wassergehalt der Körner noch weitere unzu-

[1]) Stickstofffreie Extraktstoffe.

[2]) Siehe hierzu auch die Untersuchungen von G. Kolkwitz in J. F. Hoffmann, das Versuchs-Kornhaus, Berlin 1904, S. 262.

trägliche Folgen, indem sich die eingelagerte Masse stärker erwärmt und dadurch Wasserdämpfe entstehen, die sich an kälteren Teilen der Silowände, namentlich aber in den obersten Schichten kondensieren, die Körner zum Auskeimen bringen und später zu Schimmelbildung und Fäulnis Veranlassung geben. Man ist daher darum besorgt, nur solche Lieferungen in die Silos zu füllen, die nicht mehr als 13—14% Wasser enthalten, feuchtere Körner aber entweder vorher bei gelinder Wärme zu trocknen oder sie gleich zu verfüttern. Beim Aufbewahren an der Luft spielt der Feuchtigkeitsgehalt ebenfalls eine Rolle,[1]) indem wasserreichere Körner öfter, und zwar nur an trocknen Tagen umgeschaufelt werden müssen und in nicht so hohe Schichten gelagert werden dürfen, wie trockenere. Besondere Aufmerksamkeit erfordern in dieser Hinsicht die ausgewachsenen Körner.

Weiterhin hängt die Größe der Verluste auch von der Temperatur des Lagerraumes ab, wie folgender mit je 250 g Hafer angestellter Versuch lehrt, bei welchem jede Probe 18 Tage lang mit 425 ccm Luft in verschlossenen Flaschen bei verschiedener Temperatur gehalten worden war; es hatten sich dabei folgende Kohlensäuremengen gebildet:

Temperatur, ⁰ C.	12	24	27	37	46
Kohlensäure, ccm	7,5	36,1	54,7	66,3	92,4

Aus dem Vorgeführten ist zu schließen, daß die beste Konservierung ermöglicht wird durch möglichsten Luftabschluß bei der Lagerung, niedrigen Feuchtigkeitsgehalt der aufzubewahrenden Körner und möglichst niedrige Temperatur des Lagerraumes. Es kommt als weiteres Moment noch hinzu die Reinheit der zu konservierenden Körner. Enthalten letztere nämlich Staub, erdige Partikel, Bruchkörner und andere fremde Stoffe, die leicht Wasser aufnehmen, so kondensieren sich an ihnen die Wasserdämpfe am leichtesten, und es bilden sich dann Herde von Schimmel und faulenden Massen, die namentlich in den Silos Verluste bringen. Daher gilt es in allen Betrieben, in denen Körnerarten längere Zeit aufzubewahren sind, als unerläßliches Gebot, das einzulagernde Material durch Siebe, Windfegen usw. gründlich zu reinigen, bevor man an die Füllung der Silos herantritt.

Zu den Konservierungsmitteln, die bei der Aufbewahrung der Körner in Silos in erster Linie in Frage kommen, gehört unstreitig das Chloroform, das nach den Beobachtungen von Müntz die Oxydationsvorgänge erheblich herabzusetzen, wenn auch nicht vollständig zu unterdrücken vermag. Eingehendere Beobachtungen über die praktische Verwendbarkeit dieses Mittels, das selbstverständlich nur in Silos Erfolg haben kann und bei der gewöhnlichen Aufbewahrung an der Luft gar nicht anwendbar ist, liegen zurzeit nicht vor.

---

[1]) Die Selbsterhitzung kann hier soweit gehen, daß sich die Körner bräunen. In einem auf diesem Wege beschädigten Hafer, welcher 10,46% Rohprotein enthielt, war nach Beobachtungen von F. Barnstein die Verdaulichkeit dieses Nährstoffes auf 35% (gegen 88% normal) gesunken (Sächsische landw. Zeitschrift 1900, Nr. 16).

Zerkleinerte Körner in der Form von Schrot oder Mehl längere Zeit aufzubewahren, ist nicht ratsam, weil sie in diesem Zustande einerseits einen noch lebhafteren Verbrennungsprozeß unterhalten als die ganzen Körner, andrerseits aber leicht Feuchtigkeit anziehen und dann rasch dumpfig werden, verschimmeln und verderben. Hat man alljährlich große Massen Körnerfutter zu speichern, so verdient die Aufbewahrung der unzerkleinerten Körner in Silos wegen der verhältnismäßigen Billigkeit dieses Verfahrens, wegen der geringen Anforderungen an die Räumlichkeiten und an die Arbeitskräfte, sowie wegen der niedrigen Verluste vor anderen Konservierungsmethoden unstreitig den Vorzug. Das in den Silos gespeicherte Futter wird zudem von den Tieren sehr gern angenommen, weil es in der Regel geringe Mengen aromatischer Produkte, Ätherarten sowie ca. 0,1 pro Mille Alkohol enthält, die sich bei Luftabschluß in den Körnern bilden und dem Futter einen angenehmen Geruch verleihen.

g) Die Konservierung der Wurzel- und Knollengewächse.

Wie die Körnerarten und wie alle lebenden oder lebensfähigen Gewebe, so unterhalten auch die Wurzel- und Knollengewächse in ihrem natürlichen Zustande eine ununterbrochene Atmung, die in der Aufnahme von Sauerstoff und Ausgabe von Kohlensäure, also in einem Verbrennungsvorgange besteht. Bei dem großen Wasserreichtum dieser Früchte ist die wichtigste, zu dieser Lebensäußerung notwendige Bedingung, nämlich die Anwesenheit von Feuchtigkeit in den Zellen, erfüllt, und es ist daher der Verlust an organischer Substanz bei diesen Futterstoffen von dem Feuchtigkeitsgehalte der umgebenden Luft nicht in dem Maße abhängig, wie bei den Körnern. Freilich bedingt eine große Trockenheit des Lagerraums einen höheren Gewichtsverlust der aufbewahrten Masse als ein feuchter Raum, aber was in ersterem Falle mehr verloren geht, besteht zum größten Teile aus Wasser. Trocken aufbewahrte Knollen und Rüben können somit trockensubstanzreicher sein, als wenn sie in feuchten Räumen gespeichert werden. Da aber eine an Feuchtigkeit sehr reiche Luft die Entwicklung von Schimmel und Fäulniskeimen fördert, so ist die Beschaffenheit des Lagerraumes auch von diesem Gesichtspunkte aus tunlichst zu regulieren, und ein mäßig trockener Raum als der zweckentsprechendste anzusehen.

Den bei weitem mächtigsten Einfluß auf die Veränderungen der Rüben und Knollen besitzt die Temperatur. Beide Extreme, eine zu niedrige und eine zu hohe Temperatur des Lagerraums wirken schädlich. Nach den Untersuchungen von H. Müller-Thurgau[1]) beginnen die Kartoffeln zu gefrieren bei —0,8° C., sie werden jedoch erst fest bei —3,2° C.; bei Rüben liegt der Gefrierpunkt bei —1,1° C., bei welcher Temperatur sie auch fest werden. Bei allen Wurzel- und Knollengewächsen muß hiernach eine gewisse Unterkühlung eintreten, bevor die Eisbildung stattfindet. So konnte der genannte Forscher Kartoffeln 14 Tage hindurch auf —1 bis —2° C. halten, ohne daß sie erfroren. Wie

---

[1]) Landw. Jahrbücher 9. Bd., 1880, S. 133.

in unterkühltem Wasser tritt aber bei weiterer Temperaturerniedrigung die Eisbildung ganz plötzlich durch die ganze Masse hindurch auf. Ein hoher Feuchtigkeitsgehalt der umgebenden Luft setzt, wie es scheint, den Unterkühlungspunkt etwas herab und wirkt daher auch in dieser Richtung ungünstig. — Im gefrorenen Zustande halten sich die Wurzeln und Knollen zunächst unverändert, sobald sie aber auftauen, verfallen sie sehr rasch der Zersetzung und müssen mit der nötigen Vorsicht alsbald verbraucht oder eingesäuert werden (S. 225).

In Kartoffeln, welche einige Tage bei niedriger, um den Nullpunkt herum liegender Temperatur lagern, tritt die bekannte Erscheinung des Süßwerdens ein, die ebenfalls von H. Müller-Thurgau[1]) näher erforscht worden ist. Dieser fand, daß nicht die Abkühlung selbst eine Zuckerbildung hervorruft; denn rasch zum Gefrieren gebrachte Knollen werden auch bei längerer Aufbewahrung und nach darauffolgendem raschem Auftauen nicht süß. Wurden aber Kartoffeln, die an sich nur Spuren von Zucker enthielten, auf einer Temperatur von 0° C. gehalten, so stieg ihr Zuckergehalt mit der Dauer der Aufbewahrung so rasch, daß in einem Kilogramm der frischen Substanz nach 3 Tagen 0,51, nach 5 Tagen 1,25, nach 10 Tagen 2,65, nach 20 Tagen 7,52, nach 30 Tagen 18,53, nach 50 Tagen 26,70 und nach 59 Tagen 30,31 g Zucker nachzuweisen waren. Bei einer etwas höheren Temperatur, nämlich bei 3° C., steigerte sich der Zuckergehalt in viel langsamerem Tempo, indem in der genannten Menge frischer Kartoffeln nach 20 Tagen nur 3,89, und nach 50 Tagen 5,68 g gefunden wurden; noch geringer war diese Zunahme bei 6° C., und bei 8—10° C. scheint eine Zuckeranhäufung überhaupt nicht mehr stattzufinden. Bei diesen Untersuchungen stellte sich nebenbei heraus, daß die Zuckeranhäufung verschieden rasch verläuft je nach der Sorte und dem Wassergehalt; in wasserärmeren Knollen verläuft sie merklich langsamer.

Der Zuckerzunahme entspricht nun, wie der genannte Forscher nachgewiesen hat, eine Abnahme des Stärkemehlgehaltes, indem z. B. in der einen Hälfte einer halbierten frischen Kartoffel 23,7% Stärke und kein Zucker, in der andern Hälfte, welche man 30 Tage bei 0° C. gehalten hatte, nur 20,9% Stärke und 2,4% Zucker nachzuweisen waren. Hieraus ist zu schließen, daß Stärkemehl in der lebenden Zelle durch fermentative Prozesse langsam in Zucker umgewandelt wird, der bei Temperaturen, die über 8—10° C. liegen, gleich bei seiner Entstehung der Verbrennung unterliegt und sich daher nicht anhäuft, während er bei niedrigeren Temperaturen, bei denen die Atmungsvorgänge in den Zellen herabgesetzt bezw. unterbrochen sind, sich um so reichlicher anhäuft, je näher diese Temperaturen dem Nullpunkt liegen. Die Zuckerbildung ist daher ein normaler, die Anhäufung desselben ein ausnahmsweiser, durch die Hemmung der Atmung hervorgerufener Vorgang. Werden nun Kartoffeln, in denen der Zuckergehalt auf dem bezeichneten Wege zugenommen hat, wiederum einer höheren Temperatur ausgesetzt, so steigert sich die Atmung über dasjenige Maß, welches bei Knollen ganz gleicher Art, in denen kein Zucker angehäuft ist, zu

[1]) Landw. Jahrbücher 11. Bd., 1882, S. 751.

beobachten ist. Der Zucker verschwindet hier rasch, indem er zum Teil verbrannt, zum Teil, wie H. Müller-Thurgau nachgewiesen hat, in Stärkemehl zurückverwandelt wird. 50 Kartoffeln, welche 16 Tage bei 0° C. gehalten waren und im ganzen 80,4 g Zucker aufgespeichert hatten, verloren davon z. B. nach 10tägiger Lagerung 70,0 g und gaben in dieser Zeit 32,6 g Kohlensäure aus, welche einer Zuckermenge von nur 22,2 g entspricht. Demnach mußten von den 80,4 g Zucker der süßen Knollen 58,2 g. d. i. 72 % in nicht-zuckerartige Stoffe, vornehmlich Stärkemehl zurückverwandelt worden sein. Das im gewöhnlichen Leben übliche Verfahren, süß gewordene Kartoffeln durch Überführung in einen wärmeren Raum zu entsüßen, findet in diesen Beobachtungen eine einwandfreie Begründung.

Daß der Verbrauch an organischer Substanz bei der Atmung der Knollen und Wurzeln in erster Linie von der Umgebungstemperatur beherrscht wird, zeigt sich sehr deutlich in einer Untersuchung des mehrfach genannten Forschers, in welcher die Kohlensäureausgabe an nicht süßen Kartoffeln ermittelt wurde. Dieselbe betrug in der Stunde bei 20° C. 10,5 mg, bei 10° C. 4,5 mg, bei 0° C. 2,5 mg und wiederum bei 20° C. 10,0 mg. In einem Monat würden hiernach an Stärkemehl aus 100 kg frischer Knollen verbraucht worden sein: bei 20° C. 0,43 kg, bei 10° C. 0,19 und bei 0° 0,10 kg. Zahlreiche Beobachtungen haben erwiesen, daß auch andere Hackfrüchte eine dauernde Atmung unterhalten und um so mehr organische Substanz verbrauchen, je wärmer ihr Lagerraum ist. Zuckerrüben geben z. B. nach den sehr ausgedehnten Arbeiten von Fr. Strohmer[1]), auf 100 kg Wurzeln berechnet, bei einer Temperatur von 0° C. in 24 Stunden 3,55—7,99 g, bei 5° C. 15,98—28,86 g und bei 10° C. 35,52—45,73 g Kohlensäure aus, was unter Benutzung der Durchschnittswerte auf den Monat berechnet, 0,11, 0,29 bezw. 0,88 kg Rohrzucker entsprechen würde; nach H. Hellriegel[2]) verloren Zuckerrüben, bei der Temperatur von 6° C. vom 1. Oktober bis zum März eingemietet, 1,3 % Zucker.

Nach E. Wollny[3]) betrugen die Gewichtsverluste von Kartoffeln in der kälteren Jahreszeit, vom Herbste bis 1. Mai 6,17 %, in der wärmeren Jahreszeit, vom Mai bis zum Herbste 21,57 %. P. Baeßler[4]), welcher 30 verschiedene Kartoffelsorten zu je 300 kg in eine Miete Anfang November vorschriftsmäßig einlagerte, fand, daß bei 29 Sorten nach fast 5monatlicher Aufbewahrung ein Gewichtsverlust von 2,5 % (de Wet) bis 16,3 % (Up to date) eingetreten war, und eine als wenig haltbar bekannte Sorte (Leo) sogar 31 % verloren hatte; im Durchschnitt der 29 Sorten hatten die Kartoffeln 8,0 % ihres Gewichtes eingebüßt. An Stärkemehl enthielten die eingemieteten Knollen durchschnittlich 18,36 %, die ausgemieteten nur 17,74 %, woraus sich unter Berücksichtigung des

---

[1]) Österr.-ungar. Zeitschrift für Zuckerindustrie und Landw. 31. Jahrg., 1902, S. 933.

[2]) Ebenda S. 1005.

[3]) Forschungen auf dem Gebiete der Agrikulturphysik 14. Bd., 1891, S. 286.

[4]) Deutsche landw. Presse 32. Jahrg., 1905, S. 320.

Gewichtsverlustes eine Abnahme von 2,04 kg Stärke auf 100 kg Kartoffel berechnet. Gewichtsverlust und Stärkeverlust verliefen jedoch nicht parallel zueinander, sondern ganz unregelmäßig, so daß trotz niedrigen Gewichtsverlustes die Stärkeabnahme zuweilen sehr hoch, und bei hohem Gewichtsverluste zuweilen sehr niedrig war. In einem zweiten Versuchsjahre,[1]) in welchem 23 Kartoffelsorten 4½ Monate lang bis Mitte April eingemietet worden waren, wurden durchschnittlich 8,3% krank und faul; aus 100 kg Kartoffeln gingen dabei 0,2—3,2, durchschnittlich 1,7 kg Stärke verloren. Ähnliche Verluste beobachtete H. v. Feilitzen[2]) bei 46 Kartoffelsorten, die den Winter über in einem trocknen, frostfreien Keller aufbewahrt wurden. Hier schwankte die Gewichtsabnahme zwischen 3,8—20,4% und stellte sich im Durchschnitt auf 8,1%; rechnet man hierzu den Abgang an kranken und faulen Knollen ein, so betrug der Verlust durchschnittlich 12,3%. Der Stärkegehalt sank dabei im Mittel um 1,2%, mit Einrechnung der Gewichtsabnahme auf 2,47%, was auf den ursprünglichen Stärkegehalt der frisch geernteten Kartoffeln (11,5%) bezogen, einem Verlust von 21,5% entspricht. Im allgemeinen kann man annehmen, daß die Kartoffeln bei guter Aufbewahrung monatlich um etwa 1,3% an Gewicht einbüßen.[3]) Erst vom Frühjahr an, wenn sich die Temperatur nicht mehr genügend niedrig halten läßt und die Knollen auszutreiben beginnen, steigern sich die Verluste sehr bedeutend. So hat E. Kramer[4]) beobachtet, daß von 100 Teilen Stärkemehl bei einer Keimlänge von 1—2 cm bereits 3,2, bei einer solchen von 2—3 cm 5,3 und bei einer Keimlänge von 3—4 cm 9,9 Teile verloren gingen. Bewahrt man die Kartoffeln bis zum Juni auf, so muß man sich auf einen Schwund von 15—20 Gewichtsprozenten gefaßt machen.

Die Veränderungen, welche die Futterrüben beim Einmieten erleiden, sind von F. Wohltmann[5]), P. Wagner und A. Münzinger[6]) und besonders eingehend von J. König, A. Bömer und A. Scholl[7]) verfolgt worden. Die letztgenannten Forscher fanden im Durchschnitt von 27 Einzelversuchen, daß 1000 kg entblätterte, aber nicht geköpfte, von erdigen Teilen befreite Rüben beim Einmieten folgende Einzelbestandteile enthielten, wovon beim Ausmieten die nachstehenden Mengen wieder erhalten wurden in Kilogramm:

---

[1]) Zentralblatt f. Agrikulturchemie 37. Jahrg., 1908, S. 256.

[2]) Deutsche landw. Presse 32. Jahrg., 1905, S. 455.

[3]) S. hierzu auch O. Saare, Fabrikation der Kartoffelstärke 1897, S. 62; Zentralblatt f. Agrikulturchemie 36. Jahrg., 1907, S. 716.

[4]) Österr. landw. Wochenblatt 1881, S. 98.

[5]) Zentralblatt f. Agrikulturchemie 35. Jahrg., 1906, S. 109.

[6]) Mitteilungen der Deutschen Landw.-Gesellsch. 1906, Stück 51.

[7]) Veröffentlichungen der Landw.-Kammer f. d. Prov. Westfalen 3. Heft, 1906, S. 1—30.

	Rüben-gewicht	Trocken-substanz	Roh-protein	Fett	Zucker[1])	Sonstige stickstoff-freie Stoffe	Roh-faser	Asche
Einmieten . .	1000	128,30	10,42	1,72	81,54	15,96	9,16	9,52
Ausmieten . .	1080,04	119,14	10,64	0,74	62,90	27,98	8,08	8,82
Zu (+) oder Abnahme (—) .	+ 80,4	— 9,16	+ 0,22	— 0,98	— 18,64	+ 12,02	— 1,08	—0,70
oder in % . .	+ 8,04	— 7,14	+ 2,11	— 56,98	— 22,86	+ 75,31	—11,79	—7,35

Die Rüben waren bei diesen Versuchen am 11. Oktober 1904 eingemietet und am 22. März 1905 aus der Miete herausgenommen worden.

Es zeigt sich hier zunächst, daß das Gewicht der Rüben zwar um 8% zugenommen, die Trockensubstanz dagegen um 7% abgenommen hat, woraus folgt, daß die Gewichtsvermehrung nur durch eine Wasseraufnahme von außen zu erklären ist. An Rohprotein war in 12 von den 27 Versuchen eine schwache Abnahme, in 15 Versuchen eine geringe Zunahme beobachtet worden, was beides vermutlich auf unvermeidliche Untersuchungsfehler zurückzuführen ist; er erscheint gerechtfertigt, den obigen Zahlen zu entnehmen, daß sich die Menge des Rohproteins in den Rüben während der Aufbewahrung nicht wesentlich verändert, was nach weiteren Untersuchungen derselben Forscher auch für das Reinprotein gilt. Die geringen Mengen Fett, welche in den Futterrüben vorkommen, scheinen sich während des Lagerns noch erheblich zu vermindern. Bezüglich der Abnahme des Zuckers und der Zunahme der sonstigen stickstofffreien Stoffe ist jedoch zu beachten, daß die obigen Zahlen nicht ganz zutreffend sind. L. Malpeaux und G. Lefort[2]), sowie H. Immendorff[3]) haben nämlich später in Erfahrung gebracht, daß ein nicht unbedeutender Teil des Rohrzuckers der Futterrüben beim Lagern in Invertzucker übergeht. Infolge dieses Umstandes haben sich bei den Untersuchungen J. Königs und seiner Mitarbeiter für den Gesamtzucker zu niedrige Zahlen ergeben. Zieht man nun die stickstofffreien Extraktstoffe zusammen, so ergibt sich, daß von 97,50 kg, welche in den eingemieteten Rüben enthalten waren, 6,62 kg oder 6,8% nach dem Ausmieten verschwunden waren. Auch die Rohfaser scheint sich in geringem Umfange an den Umsetzungen in den Rüben beteiligt zu haben. Der geringe Verlust an Mineralstoffen ist jedenfalls auf Einwanderung in die neuen Triebe zurückzuführen, welche bei der Untersuchung nicht berücksichtigt wurden.

Einen besonderen Einfluß auf die besprochenen Veränderungen besitzt nach den vorliegenden und den Wohltmannschen Untersuchungen der Wassergehalt der Rüben. Im Durchschnitt von je 9 Einzelversuchen J. Königs berechnet sich nämlich auf je 1000 kg eingemietete Rüben:

[1]) Durch Polarisation in dem Alkoholextrakt der nicht getrockneten Rüben bestimmt.
[2]) Annales de la science agronomique 10. Jahrg., 2. Bd., S. 227.
[3]) Mitteilungen der Deutsch. Landw.-Ges. 1906, Stück 47.

Art der Rüben	Rübengewicht kg	Trockensubstanz kg	Stickstofffreie Extraktstoffe kg	Rohfaser kg
Wasserreicher.				
Eingemietet[1]	1000	113,96	85,20	8,28
Ausgemietet[2]	1071,2	103,18	77,42	7,08
Zu- (+) od. Abnahme (—)	+71,2	—10,78	—7,78	— 1,20
Desgl. in %	+ 7,12	— 9,46	—9,13	—14,49
Wasserärmer.				
Eingemietet[3]	1000	142,60	110,94	10,00
Ausgemietet[4]	1080,4	134,32	104,62	9,02
Zu- (+) od. Abnahme (—)	+80,4	—8,28	—6,32	—0,98
Desgl. in %	+8,04	—5,81	—5,70	—9,80

Die wasserreicheren, zugleich auch stets zuckerärmeren Rüben haben hiernach während des 162tägigen Verweilens in der Miete in der kälteren Jahreszeit etwas weniger an Gewicht zu-, bezw. an Wasser aufgenommen als die wasserärmeren Sorten. Nichtsdestoweniger stellte sich der Verlust an Trockensubstanz und stickstofffreien Nährstoffen bei den wasserärmeren Rüben etwas niedriger wie bei den wasserreicheren. Auf diese Verhältnisse gründet Wohltmann einen Vorschlag, womöglich zwei Sorten Rüben, eine zuckerärmere und eine zuckerreichere (sogenannte Halbzuckerrübe) anzubauen und die zuckerärmere bis zum Januar zu verfüttern, die zuckerreichere dagegen für die längere Einmietung und spätere Verfütterung zu bestimmen. In der wärmeren Jahreszeit von Ende März bis Anfang Juni hat man freilich nach den Beobachtungen Königs bei den zuckerreichen Rüben mit Verlusten zu rechnen, welche höher sind, wie bei den wasserreicheren und zuckerärmeren Sorten. Auf 1000 kg reine Rüben bezogen, stellte sich nämlich die Trockensubstanzabnahme pro Tag

	bei den wasserreicheren Rüben	bei den wasserärmeren Rüben
vom 11. Okt. bis 22. März auf	68,6 g	35,2 g
„ 23. März bis 14. Juni „	146,6 „	343,6 „

Während daher in der kälteren Jahreszeit die tägliche Abnahme an Trockensubstanz bei den wasserreicheren und zuckerärmeren Rüben rund doppelt so groß ist wie bei den wasserärmeren und zuckerreicheren Sorten, kehrt sich in der wärmeren Jahreszeit das Verhältnis um. Eine längere Aufbewahrung der Hackfrüchte im natürlichen Zustande bietet vor dem Einsäuern überhaupt keine Vorzüge mehr, sondern führt vom Frühjahr an zu großen Verlusten durch Auswachsen

[1]) Am 1. Oktober 1904.
[2]) Am 22. März 1905.
[3]) Am 1. Oktober 1904.
[4]) Am 22. März 1905.

und Fäulnis. Es gilt daher als Regel, die Fütterung und den Verbrauch so einzurichten, daß spätestens beim Eintritt der Grünfutterernte mit den Hackfrüchten aufgeräumt ist.

Was endlich die zweckmäßigste Konstruktion der Lagerräume für Rüben und Kartoffeln anbetrifft, so muß bezüglich dieses Punktes auf die besonderen, hierauf gerichteten Arbeiten[1]) verwiesen werden. Schutz vor Frost und vor Temperaturen, die über 10—12° C. liegen, Abhaltung und Entfernung der Feuchtigkeit, genügende, unter Umständen durch besondere Vorrichtungen zu erzielende Durchlüftung, Vermeidung einer Vermischung mit erdigen Teilen und Entfernung kranker Früchte vor dem Einlagern, das sind die Gesichtspunkte, die bei der Anlage von Mieten und Kellern, sowie beim Einmieten in Betracht kommen.

h) Die Trocknung der Futtermittel bei künstlicher Wärmezufuhr.

Viele unter den wasserreichen Futterstoffen, die Kartoffeln, Rüben, Rübenschnitzel, Pülpe, sowie die Blätter und Köpfe der Zuckerrüben und ähnliche Materialien lassen sich unter unseren klimatischen Verhältnissen an der Luft nicht soweit austrocknen, daß sie eine genügende Haltbarkeit annehmen, denn wenn man auch z. B. bei geschnittenen Kartoffeln oder bei Rübenblättern mit diesem Verfahren vereinzelt Erfolg gehabt hat, so wird doch in den meisten Fällen während des langandauernden Trocknungsprozesses Zersetzung und Fäulnis eintreten und ein brauchbares Futter nicht erzielt werden können. Lange Zeit hat man daher diese Stoffe nur auf dem verlustbringenden Wege der Einsäuerung konserviert und erst in den letzten Dezennien ist man dazu übergegangen, sie unter Benützung künstlicher Wärme auszutrocknen und so in eine haltbare, auf größere Entfernungen versendbare Ware zu verwandeln. Nachdem man zuerst mit der Trocknung der Rübenschnitzel gute Erfahrungen gemacht hatte, gelang es später, auch die Schlempen, Biertreber und Pülpe zu trocknen, und in den letzten Jahren hat man dasselbe Prinzip mit ausgezeichnetem Erfolge auch auf die Kartoffeln und Zuckerrüben ausgedehnt.

Ohne hier auf die maschinellen Einrichtungen[2]) einzugehen, die der künstlichen Trocknung dienen, sei nur kurz darauf hingewiesen, daß man besonders wasserreiche Abfallstoffe zunächst soweit als möglich auspreßt, um einen Teil des Wassers los zu werden. Geht mit dem abfließenden Saft auch etwas von den Nährstoffen verloren, so hat dies nichts zu bedeuten, da man auf diesem Wege die Trocknungskosten bedeutend herabsetzt und überdies zumeist nur Rübenschnitzel, Biertreber und Pülpe, also Stoffe preßt, die bereits ausgelaugt sind und nicht

---

[1]) O. Appel, Arbeiten der biologischen Abteilung für Land- und Forstwirtschaft am Kaiserl. Gesundheitsamt 2. Bd., 1902, S. 373; F. Albert, Konservierung der Futterpflanzen, Berlin 1903; G. Mareck, Forschungen auf dem Gebiete der Agrikulturphysik 11. Bd., 1888, S. 181 und E. Wollny, ebenda 14. Bd., 1891, S. 286.

[2]) Siehe hierüber F. Albert, Konservierung der Futterpflanzen, Berlin 1903, S. 96; M. Delbrück, Maerckers Handbuch der Spiritusfabrikation, Berlin 1908, S. 980; F. Parow, Kartoffeltrocknerei, Berlin 1907.

viel Lösliches enthalten.[1]) Den Rübenschnitzeln und der Kartoffelpülpe pflegte man früher vor dem Pressen etwas Kalkmilch (auf 1000 kg nasses Material 4 kg Ätzkalk) zuzusetzen, um ihnen die schleimige Beschaffenheit zu nehmen und den Austritt des Wassers zu erleichtern; neuerdings, nachdem wirksamere Pressen zur Anwendung kommen, unterläßt man gewöhnlich den Zusatz, dem übrigens gesundheitsschädliche Folgen für das Vieh nicht beigemessen werden können. — Kartoffeln und Rüben, durch Abwaschen von Erde befreit und auf der Schnitzelmaschine zerkleinert, gelangen ohne andere vorbereitende Bearbeitung direkt in die Trockenapparate. — Die Branntweinschlempen enthalten in 100 Teilen Trockensubstanz bis 40 Teile in Wasser lösliche Stoffe. Wo man sie vor dem Trocknen noch abpreßt, verliert man also gerade die wertvollsten Bestandteile und erzielt ein minderwertiges, schalenreiches Produkt. Gewöhnlich verarbeitet man die ganze Schlempe ohne vorangehendes Abpressen, indem man zuvörderst einen großen Teil des Wassers in besonderen Verdampf- und Eindickungsapparaten entfernt, hierbei zuweilen die vorhandene freie Säure mit Schlemmkreide oder Scheideschlamm aus Zuckerfabriken neutralisiert und erst den eingedickten Teig in die eigentlichen Trockenapparate bringt.

Zum Trocknen selbst benützt man je nach der Art der Apparate und des zu trocknenden Materials teils Feuergase, welche, von Flugasche befreit, direkt mit der nassen Masse in Berührung kommen, teils Dampf von hoher Spannung, teils Abdampf. Demzufolge sind auch die Hitzegrade, welche auf das Material einwirken, sehr verschieden. Am höchsten sind dieselben bei der Anwendung von gespannten Dämpfen auf das frische Material, welches Verfahren bei der Herstellung des Kadavermehls aus gefallenen Tieren behufs Zerkleinerung und Abscheidung des Fettes eingeschlagen wird; hier wirken Temperaturen von 130 bis 140° C. mehrere Stunden auf die Tierleiber ein. Bei der Anwendung heißer, aus den Feuergasen bestehender Luft wird das nasse Material durch seinen hohen Wassergehalt vor einer sehr starken Erhitzung geschützt; die Temperatur der zugeführten Luft, die zu Anfang ca. 400° C. beträgt, sinkt bei ihrem Durchgang durch den Apparat rasch ab und zeigt bei ihrem Austritt nur etwas über 100° C. an. Die geringste Erhitzung der trocknenden Masse findet da statt, wo der Abdampf benützt wird; hier übersteigt die Temperatur niemals 100° C. und bleibt zumeist unter 80° C.

Die künstliche Trocknung der Futtermittel bei höherer Temperatur setzt in der Regel die Verdaulichkeit der Proteinstoffe herab, kann aber in derselben Richtung auch auf andere Futterbestandteile einwirken, sofern infolge der Anwendung starker Hitze eine Zersetzung der organischen Substanzen eintritt. Man muß hierbei zunächst unterscheiden, ob der Trocknungsprozeß sich auf wasserärmere, sogenannte lufttrockne oder auf wasserreiche Futtermittel bezieht. Was

[1]) In frischen Diffusionsschnitzeln befinden sich nur 2,1% der gesamten Trockensubstanz und 2,5% der gesamten Stickstoffsubstanz in Lösung, aus frischen Biertrebern gehen durch das Pressen ca. 6—9% der gesamten Trockensubstanz verloren.

zunächst die erstere Art der Futtermittel betrifft, so hat S. Gabriel[1]) durch Untersuchungen mit Fibrin, einem aus Rinderblut hergestellten Eiweißkörper, gezeigt, daß eine bei 50—60° C. getrocknete Probe von saurem Magensaft zu 99%, eine andere bei 115° C. 8 Stunden lang behandelte dagegen nur zu 59—65% verdaut wurde. Ähnliches beobachtete K. Bülow[2]) bei Wiesenheu, dessen Rohprotein in dem ursprünglichen nicht besonders getrockneten Heu zu 64,6%, nach 4tägigem Trocknen bei 55—60° C. zu 65,5 und nach gleichlanger Einwirkung einer Lufttemperatur von 90° C. nur zu 57,9% verdaut wurde Bei einer Wiederholung der Untersuchungen durch J. Volhard[3]) bestätigten sich die Ergebnisse, indem mit der Höhe der Temperatur und der Dauer des Trocknens die Löslichkeit der Proteinstoffe aller untersuchten Futtermittel (Wiesenheu, Zerealien- und Leguminosenkörner, Ölkuchenmehle, Biertreber und Trockenschlempe) in saurem Magensaft regelmäßig abnahm; es wurde z. B. aus Wiesenheu im getrockneten Zustande 74,3% des Rohproteins verdaut,

nach dem Trocknen bei . .	40° C.	60° C.	100° C.
jedoch nur	70,9%	67,4%	61,6%
mithin weniger	3,4 „	6,9 „	12,7 „

Bei den wasserreicheren Futtermitteln tritt zu der Einwirkung der höheren Temperatur in der ersten Phase der Trocknung noch der Einfluß des erhitzten Wassers hinzu, das bekanntlich tiefeingreifende Veränderungen in der chemischen Beschaffenheit organischer Stoffe herbeiführen kann und in seiner Wirkung daher auch meist weiter geht, als die erhitzte trockne Luft. So fand A. Morgen[4]) die Verdauung des Rohproteins der Rübenschnitzel bei Anwendung von saurem Magensaft (nach Stutzers Methode)

in der frischen wasserhaltigen Substanz zu	60,1%
nach dem Trocknen bei 75—80° C.. . .	58,7 „
„ „ „ „ 125—130° C. . .	41,1 „

und J. Volhard beobachtete bei grünem Rotklee, daß dessen stickstoffhaltige Stoffe in der an der Sonne getrockneten Substanz sich in Pepsin-Salzsäure (nach der Methode G. Kühns) zu 78,5% lösten, nach dem Trocknen bei 100° C. aber nur zu 56,9% verdaut wurden, während durch 48stündige Einwirkung einer Temperatur von 100° C. auf das vorher an der Sonne getrocknete Material die Löslichkeit der Stickstoffsubstanz nur auf 69,1% herabgesetzt wurde.

Diese Ergebnisse besitzen im Hinblick auf die Vorbereitung der Futterstoffe für die künstliche Verdauung einige Wichtigkeit, indem sie dartun, daß das Vortrocknen der zu untersuchenden Substanzen, welches der Zerkleinerung der Futterstoffe häufig vorangeht, bei möglichst niedriger Temperatur vorgenommen werden muß und nicht zu lange ausgedehnt werden darf.

Wird die Erhitzung soweit getrieben, daß die Futtermittel gebräunt werden

[1]) Journal für Landw. 38. Jahrg., 1890, S. 81.
[2]) Ebenda 48. Jahrg., 1900, S. 27.
[3]) Landw. Versuchsstationen 58. Bd., 1903, S. 433.
[4]) Journal für Landw. 36. Jahrg., 1888, S. 317.

oder verkohlen, so ist eine starke Verminderung der Verdaulichkeit unausbleiblich. Von 100 Teilen verdaulichem Eiweiß blieben z. B. nach Untersuchungen F. Strohmers[1]) in schwach angebrannten Trockenschnitzeln noch 75,2 %, in stärker angebrannten nur 22,0 % in verdaulicher Form (löslich in Magensaft) übrig.

Über das Verhalten der bei höheren Temperaturen getrockneten Futtermittel bei der natürlichen Verdauung durch das Tier liegen nur erst wenige Beobachtungen vor. Th. Pfeiffer und Fr. Lehmann[2]) erhielten mit Schafen, denen frische und getrocknete Rübenschnitzel verabreicht worden waren, folgende Verdauungs-Koeffizienten für das Gesamtfutter, welches in beiden Fällen dieselbe Menge Schnitzel-Trockensubstanz enthielt:

	Organische Substanz	Roh-protein	Roh-fett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Roh-faser
Frische Schnitzel . . .	77,4	72,9	55,4	81,1	73,1
Getrocknete Schnitzel .	77,5	73,7	57,7	80,8	70,9

Ein Unterschied ist also hier nicht hervorgetreten, obwohl bei der Schnitzeltrocknung zur Zeit der Versuchsanstellung keinesfalls niedrige Hitzegrade zur Anwendung gekommen sein können. Auch ein Versuch des Verfassers[3]) mit Schnitzeln, die derselben Füllung der Diffusionsbatterie einer Fabrik entstammten und einerseits nach dem Verfahren von Büttner und Meyer unter Benützung der Feuergase, andrerseits nach Angaben von J. Sperber mittels Abdampfes getrocknet worden waren, ließen einen Unterschied in der Verdaulichkeit kaum erkennen; es wurde nämlich von Schafen aus den beiden Schnitzelsorten verdaut:

Getrocknet	Organische Substanz	Roh-protein	Rohfaser u. stickstofffreie Extraktstoffe
in den Feuergasen . .	74,2	54,7	79,2
im Dampf	76,8	49,6	82,8

Nichtsdestoweniger traten bei einigen Untersuchungen des Verfassers[4]) über die Ausnützung der getrockneten Schlempen Verhältnisse zutage, welche darauf hindeuten, daß das Trocknen dieser Abfallprodukte namentlich dann, wenn die Konsistenz des breiigen Materials stärkere Hitzegrade erfordert, mit einem Verluste an verdaulichem Protein verbunden ist. Auch einige Ausnützungsversuche, welche Fr. Honcamp[5]) mit getrockneten Rübenköpfen und Blättern ausgeführt hat, lassen den Einfluß der Trocknung deutlich erkennen, indem von dem Rohprotein des Trockengutes nur 41—48 % verdaut wurden, gegenüber 74 %, welche anderwärts mit frischem Material beobachtet wurden. Starke Hitze, auf wasserreiche Futterstoffe angewandt, führt die Eiweißstoffe zweifellos in Formen (Atmidalbumine oder Hitzalbuminosen) über, welche der Verdauung und Resorption widerstehen. Ähnliches wurde auch, wie später (Kap. 3) darzulegen sein wird, bei gekochten und gedämpften Futtermitteln wahrgenommen.

---

[1]) Österr.-ungar. Zeitschrift für Zuckerindustrie 1902, Heft 4.
[2]) Journal für Landw. 33. Jahrg., 1885, S. 337.
[3]) Zentralblatt für Agrikulturchemie 33. Jahrg., 1904, S. 250.
[4]) Landw. Versuchsstationen 50. Bd., 1898, S. 297.
[5]) Ebenda 67. Bd., 1907, S. 433.

Drittes Kapitel.

Die Zubereitung der Futterstoffe.

1. Die Zerkleinerung erstreckt sich auf Futterstoffe der verschiedensten Art und dient verschiedenen Zwecken. Grün- und Rauhfutterstoffe, die wegen ihrer langhalmigen oder grobstengeligen Beschaffenheit von den Tieren nur unvollständig verzehrt, zuweilen verwüstet und unter die Füße getreten werden, schneidet man zu Häcksel und beugt dadurch nicht bloß einer Verschwendung vor, sondern erleichtert den Verzehr, setzt die Kauarbeit herab und erlangt den Vorteil, Mischungen solcher kleingeschnittenen Futterstoffe mit Wurzelgewächsen und Körnerarten herzustellen und ein genügendes Zerkauen der letzteren zu sichern. Die Länge des Häcksels soll so bemessen sein, daß vor dem Verschlucken immer noch ein Durchkauen notwendig ist; man gibt daher dem Häcksel der Stroharten bei der Fütterung des Rindes in der Regel eine Länge von 2,5—3,5 cm, bei Pferden und Schafen 1,5—2,5 cm, Grünfutter und Heu werden am besten noch länger geschnitten. Eine zu weit gehende Zerkleinerung des Strohes ist schon aus dem Grunde nicht angebracht, weil zu kurzes Häcksel zu sehr gefährlicher Kolik führen kann und keinesfalls besser verdaut wird, als längere Teilchen.

Über diesen letzteren Punkt, den Einfluß der Zerkleinerung auf die Verdauung des Strohes, geben einige Versuche des Verfassers[1]) mit Schnittochsen Aufschluß. Diesen Tieren war dasselbe Weizen- und Gerstenstroh einmal in der Form 3,5 cm langen Häcksels, das andere Mal in fein gemahlenem Zustande verabreicht und von den Einzelbestandteilen des Strohes dabei verdaut worden in %:

	Organische Substanz	Rohprotein	Rohfett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfaser
Weizenstroh.					
Häcksel	35,8	—18,3	16,7	30,8	44,0
Mehl	34,8	—21,6	39,2	30,7	41,9
Gerstenstroh.					
Häcksel	49,8	34,4	32,5	50,0	52,9
Mehl	48,9	19,1	36,9	49,4	52,6

Beim Mahlen der beiden Stroharten war ein geringer Teil durch Verstäuben verloren gegangen, woraus sich der unbedeutende Unterschied erklärt, der hier zwischen Häcksel und Mehl wahrzunehmen ist. Man darf unter Beachtung dieses Umstandes aus den Untersuchungen schließen, daß selbst eine so weitgehende Zerkleinerung der Stroharten, wie sie hier vorgenommen war, die Verdaulichkeit derselben nicht ändert.

Die Wurzel- und Knollenfrüchte, die zwar auch unzerkleinert gern aufgenommen werden, pflegt man zu zerschneiden, um sie mit weniger schmack-

---

[1]) Noch nicht veröffentlicht.

haften Futterstoffen gemischt zu verabreichen. Am empfehlenswertesten für die Zerkleinerung sind solche Vorrichtungen, in welchen Rüben oder Kartoffeln in Scheiben zerlegt werden, weil die Teilstücke in dieser Form nicht ganz verschlungen werden können, sondern gekaut werden müssen und daher nicht leicht im Schlunde stecken bleiben. Eine gröbliche Zerkleinerung ist einer sehr weitgehenden Zerstückelung oder Verreibung zu Brei schon um deswillen vorzuziehen, weil die gequetschten breiigen Massen leicht verderben. Mehr zu schneiden als an einem Tage verfüttert werden soll, ist wegen der Neigung der zerkleinerten feuchten Masse zu Zersetzungen nicht zu empfehlen.

Die Zerkleinerung der Körnerarten durch Quetschen, Schroten und Mahlen vermindert ebenfalls die Kauarbeit, die beim Verzehr ganzer Körner zu leisten ist, und begünstigt in vielen Fällen auch die Ausnützung dieser Futterstoffe. Unzerkleinerte harte Körper bieten den Zähnen mancher Tiergattungen einen so großen Widerstand, daß sie oft ganz verschluckt werden und in den Kot übergehen, ohne eine nennenswerte Auflösung bezw. Verdauung zu erfahren. Über die Menge der Nährstoffe, welche sich auf diese Weise der Verwertung entziehen, gibt die nachstehende Zusammenstellung[1]) der bei einigen Ausnützungsversuchen mit Pferden und Schweinen erhaltenen Verdauungs-Koeffizienten Auskunft:

	Trocken-substanz	Roh-protein	Roh-fett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Roh-faser
Pferd.					
Hafer, ganz . . .	72,4	86,1	82,4	79,4	31,1
„ gemahlen . .	75,7	82,4	79,9	86,1	14,4
Mais, ganz . . .	74,4	57,8	47,7	88,2	—
„ gemahlen . .	88,4	75,6	73,1	95,7	—
Schwein.					
Weizen, ganz . . .	72	70	60	74	30
„ gequetscht .	82	80	70	83	60
Mais, ganz . . .	82,5	68,7	45,6	88,8	38,3
„ fein gemahlen	89,5	86,1	81,7	94,2	29,4

Untersuchungen von P. Gay[2]) mit ganzem und zerkleinertem Hafer zeigen in Übereinstimmung mit dem obigen Ergebnis, daß beim Pferde die Ausnützung dieser Körnerfrucht, welche allerdings nicht mit Stroh-, sondern mit Heuhäckfel zusammen verfüttert wurde, durch Quetschen oder Schroten sich nicht gerade sehr viel steigern läßt, indem im einzelnen folgende Verdauungs-Koeffizienten beobachtet wurden:

---

[1]) W. H. Jordan und F. H. Hall, Digestibility of American Feeding Stuffs. Office of Exp. Stations, Bulletin No. 77, 1900, S. 97.

[2]) Annales agronomiques 22. Bd., 1896, S. 145 und 225.

	Ganze Körner	Gequetschte Körner	Geschrotene Körner
Trockensubstanz . . .	64,6	68,6	72,7
Rohprotein	71,3	79,1	94,1
Fett	40,9	49,5	54,8
Rohfaser	42,0	48,9	63,6

L. Grandeau[1]) fand bei Pferden, daß man durch Quetschen des Hafers je nach der Individualität der Tiere 5—16 Tausendstel an dem Gewicht der zu verfütternden Körner sparen kann, und hat bei der Pariser Droschkenkompagnie die ausschließliche Verwendung gequeschten Hafers eingeführt. Immerhin ist zu beachten, daß trotz dieser etwas besseren Verwertung das Quetschen und Schroten des Hafers für Pferde doch nicht immer die Kosten lohnt, welche diese Maßregeln verursachen. Dazu kommt, daß nach vielfacher Erfahrung, der von mancher Seite freilich widersprochen wird, der zerkleinerte Hafer auf die Lebhaftigkeit und Ausdauer der Pferde nicht so günstig wirken und eine stärkere Neigung zum Schwitzen hervorrufen soll, wie ganze Körner. Bei der Pferdehaltung bildet darnach die Verfütterung ganzer Körner die Regel. Bei harten Körnern, wie beim Mais, der Gerste, dem Roggen, dem Buchweizen und den Hülsenfrüchten kommt aber hinzu, daß diese im Magen stark aufquellen und hierdurch das Leben der Tiere bedrohen können. Hier ist, wenn man nicht etwa zum Einquellen greifen will, eine Zerkleinerung zu grobem Schrot unerläßlich und zwar nicht bloß bei der Pferdefütterung, sondern auch bei der Verabreichung an Rinder, Schafe und Schweine. Nur der Hafer wird vom Schaf, zerkleinert oder unzerkleinert mit Häcksel gemischt, ziemlich gleich verdaut, wie ebenfalls Gay[2]) beobachtet hat; nur beim Fett waren in diesen Versuchen Unterschiede aufgetreten, indem von diesem Nährstoff aus ganzem Hafer nur 58,3, aus gequetschtem 64,8 und aus geschrotenem 72,2% verdaut wurden. Die Schweine, die das Futter bekanntlich verschlingen, ohne es viel zu kauen, erhalten ihr Körnerfutter ziemlich allgemein geschroten. Eine gröbliche Zerkleinerung nützt hier meist nicht viel, da auch die Bruchstücke oft massenhaft im Kote erscheinen, wenn man das Schrot nicht vorher durch heißes Wasser oder Dampf aufweicht. Die bessere Wirkung des Körnerschrotes im Vergleich zu ganzen Körnern geht deutlich aus Versuchen hervor, welche W. A. Henry[3]) 9 Jahre hindurch mit im ganzen 234 Schweinen ausgeführt hat. Während je eine Abteilung Mais in ganzen Körnern neben Weizenkleie, letztere in Suppenform, erhielt, bekam die andere gemahlenen, mit gleichen Kleiemengen zusammengemischten und angebrühten Mais; in einzelnen Versuchen wurde nur Mais verabreicht. In 6 Jahren wurden mit dem gemahlenen, in 3 Jahren mit dem unzerkleinerten Mais bessere Resultate erhalten. Zieht man die 9 Versuchsjahre zusammen, so zeigt sich, daß die mit Maismehl und Weizenkleie gefütterten Tiere 3368 amerikanische Pfund Mais und 1209 Pfund mehr

[1]) Journal d'agr. prat. 69. Jahrg., 1905, S. 777.
[2]) A. a. O.
[3]) Agr. Exp. Station of the Univ. of Wisconsin, 21. Jahresbericht 1905, S. 16.

Weizenkleie verzehrten und dabei 1650 Pfund Lebendgewicht mehr erzeugten als die mit ganzem Mais gefütterten Schweine gleicher Kopfzahl. Auf 100 kg Lebendgewichtszuwachs verbrauchten die mit ganzem Mais gefütterten Tiere 518,5, die mit Maismehl gefütterten dagegen nur 487,9 kg lufttrockenes Futter, letztere daher 5,7% weniger. Ob bei dieser Ersparnis das Mahlen sich bezahlt macht, hängt von den Maispreisen und von den Mahlkosten ab. Nach vereinzelten Beobachtungen zu schließen, zieht gerade bei Schweinen, die an den Verzehr ganzer Körner nicht von Jugend auf gewöhnt sind, diese Art der Verfütterung dauernde Verdauungsstörungen nach sich.

2. Das Anfeuchten der Futtermittel mit kaltem Wasser unmittelbar vor dem Verzehr dient dem Zweck, einen möglichst vollständigen Verzehr an sich unschmackhafter, harter Materialien zu sichern, das Fortblasen mehliger Teilchen zu verhindern, Belästigungen der Atmungswege durch staubige Partikelchen zu vermeiden oder das Mischen verschiedener Futterstoffe zu erleichtern. Auf die Verdauung übt das bloße Anfeuchten des Futters keine wahrnehmbare Wirkung aus, wie durch sehr umfangreiche und gründliche Untersuchungen von G. Kühn[1]) festgestellt worden ist, in denen teils Wiesenheu (10 kg) allein, teils Wiesenheu (10 kg) und Weizenschalenkleie (2 kg) in trocknem und nassem Zustande an Ochsen verfüttert worden waren. Der Zusatz von Wasser war bei der ausschließlichen Verabreichung des Heues so bemessen worden, daß einerseits der Durst der Tiere nicht völlig gelöscht, andrerseits aber durch die Wassermenge eine gänzliche Durchnässung des Rauhfutters gewährleistet wurde. Gegenüber dem bei Trockenfütterung beachteten Tränkwasserkonsum von 27—30 kg wurden dementsprechend zum Anfeuchten des Heues in der Krippe stets nur je 22 kg kaltes Wasser benützt. Bei den Versuchen mit Weizenschalenkleie (2 kg), die neben Wiesenheu (10 kg) zum Verzehr gelangte, rührte man dieselben mit verschiedenen Mengen kaltem Wasser unmitelbar vor dem Verzehr an und gab diese Suppe über das trocken vorgelegte Heu. Als Verdauungs-Koeffizienten wurden hierbei sehr übereinstimmende Werte gefunden, von denen die folgenden zur Illustration der Ergebnisse hier angeführt seien:

	Organische Substanz	Rohprotein	Rohfett	Stickstoffreie Extraktstoffe	Rohfaser
Wiesenheu:					
trocken	60,9	55,5	48,8	65,1	57,1
naß	60,8	55,4	49,4	64,2	58,2
Wiesenheu und Weizenkleie:[2])					
mit trockner Kleie . .	68,8	63,9	62,6	73,3	61,6
Kleie mit 7 kg Wasser	68,8	63,9	60,5	73,6	61,7
„ „ 14 „ „	69,0	64,3	64,6	73,1	63,0
„ „ 22 „ „	69,2	64,4	64,2	73,9	62,1
„ „ 30 „ „	68,7	63,6	62,8	73,2	62,3

[1]) Landw. Versuchsstationen 29. Bd., 1883, S. 137 und 165.

[2]) Die Verdauungs-Koeffizienten beziehen sich auf das Gesamtfutter.

Die unmittelbar vor der Verabreichung bewirkte Befeuchtung des Futters mit kaltem Wasser, welche dem Wasserbedürfnis der Tiere nicht genügte, ist hiernach ohne jeden Einfluß auf die Verdauung geblieben.

Etwas anders stellt sich die Wirkung eines länger andauernden Einweichens der Futtermittel in kaltem Wasser. Hier scheint bei einzelnen Futterbestandteilen eine geringe Herabsetzung der Verdauung dann beobachtet zu werden, wenn die Menge des Weichfutters so hoch bemessen wird, daß der Tränkwasserverzehr unter 25% des bei Trockenfütterung beobachteten Quantums fällt. Die Versuche, aus denen eine solche Folgerung gezogen werden muß, sind zugleich mit den soeben besprochenen Arbeiten von G. Kühn[1]) in der Weise ausgeführt worden, daß Weizenschalenkleie (2 kg) stets 24 Stunden vor dem Verzehr, das eine Mal in 22, das andere Mal in 27 bezw. 30 kg Wasser eingeweicht und sodann mit trockenem Wiesenheu (10 kg) verfüttert wurde. Auf je 1 kg Futtertrockensubstanz wurde hierbei von einem Versuchstiere (Ochsen) durchschnittlich an Wasser aufgenommen:

	Tränkwasser	Wasser im ganzen
bei Trockenfütterung . . .	3,66 kg	3,83 kg
„ 22 kg Weichwasser . .	2,27 „	4,57 „
„ 27—30 kg Weichwasser	0,55 „	3,67 „

Bei dieser Fütterungsweise war im Durchschnitt je zweier Versuche in Prozenten der Bestandteile des Gesamtfutters (10 kg Heu und 2 kg Kleie) verdaut worden:

	Organische Substanz	Rohprotein	Rohfett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfaser
bei Trockenfütterung . . .	68,7	64,2	59,6	72,6	64,0
„ 22 kg Weichwasser . .	69,4	64,8	61,1	73,9	63,3
„ 27—30 kg Weichwasser	68,6	62,8	56,1	72,6	64,7

Die überreiche Anwendung von Weichwasser scheint hiernach eine geringe Verminderung der Proteinverdauung bewirkt zu haben, und ist auch wegen der sonstigen Nachteile zu vermeiden, welche mit übermäßigem Wassergenuß verbunden sind (S. 185).

3. Das Kochen, Brühen und Dämpfen der Futtermittel sind Operationen, welche bei harten Futterstoffen sicherlich die Kauarbeit herabsetzen und dadurch die Nährwirkung erhöhen. Da ferner das mit heißem Wasser oder Dampf behandelte Futter gewöhnlich warm zum Verzehr gebracht wird, so führt es den Tieren Wärme zu und kann unter Umständen — bei knapper Ernährung oder bei niedriger Umgebungstemperatur (S. 99) — Nährstoffe vor dem Verbrauch zur Wärmebildung schützen und so für die Produktion verfügbar machen. Neben der Erhöhung der Schmackhaftigkeit der Rationen, Beseitigung unangenehmen Geruches und anderer (S. 280) bereits erwähnter Übelstände, erreicht man durch das Brühen, Kochen oder Dämpfen weiter eine Vernichtung schädlicher Organismen und kann mit Hilfe dieser Zubereitungsweisen solche Stoffe,

[1]) A. a. O. S. 165.

die von Pilzen oder tierischen Parasiten befallen sind, noch zur Verfütterung bringen, ohne daß man freilich unter allen Umständen darauf bauen könnte, schon vorhandene schädliche Zersetzungsprodukte zu zerstören und giftiges Futter in gesundes zu verwandeln.

Über den Einfluß der in Rede stehenden Operationen auf die Verdaulichkeit liegen eine größere Anzahl von Beobachtungen vor. Nach Versuchen von U. Kreusler[1]) mit Wiesenheu, welches eine Stunde lang bei etwas über 100° C. gedämpft und in dieser Zubereitung an Ochsen verfüttert worden war, wurde das Rohprotein nur zu 30% verdaut, gegenüber 45,8%, welche Zahl für das nicht gedämpfte Heu gefunden worden war. Von Weizenschalenkleie, welche mit siedendem Wasser gebrüht und dadurch auf 87° C. erhitzt worden war, gelangten nach Beobachtungen von G. Kühn[2]) in Prozenten der Einzelbestandteile zur Verdauung, wenn die Kleiensuppe nach 24stündigem Stehen a) mit dem Rauhfutter vermischt, b) als Tränke verabreicht worden war:

	Organische Substanz	Rohprotein	Rohfett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfaser[3])
a) mit dem Rauhfutter vermischt	70,2	74,1	73,6	77,5	18,6
b) als Tränke	69,5	70,2	72,5	76,2	20,8
c) trockene Kleie	73,4	76,5	73,3	78,6	36,5

Einen viel erheblicheren Umfang als durch das bloße Aufbrühen nimmt die Herabsetzung der Proteinverdauung an, wenn, wie es in einer Untersuchung von S. Gabriel[4]) geschah, überhitzter Wasserdampf unter Druck auf die Futterstoffe angewendet wird. Von Lupinenkörnern, welche hier in einem Papinschen Topfe 4 Stunden lang bei 140° C. gedämpft worden waren, wurden von Schafen durchschnittlich verdaut:

	Organische Substanz	Rohprotein	Rohfett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfaser
Ursprüngliche Körner	80,9	87,0	71,2	75,9	77,2
Gedämpfte	67,9	67,1	83,7	65,9	68,9

Die Verminderung der Verdauung erstreckte sich hier auf fast alle Bestandteile des Futters und erreichte einen besonders großen Umfang beim Rohprotein, welches, nach den Wirkungen des gewöhnlichen Brühens und Dämpfens zu schließen, von derartigen Operationen überhaupt am stärksten betroffen wird. In dem vorliegenden Versuche mit Lupinen hatte der in Anwendung gebrachte gespannte Dampf bereits eine tief eingreifende Zersetzung der organischen Bestandteile bewirkt, indem die gedämpften Körner eine dunkelbraune Farbe angenommen hatten und 20% der ursprünglich vorhandenen Eiweißstoffe in Verbindungen nicht-eiweißartiger Natur übergeführt worden waren.

---

[1]) Landw. Jahrbücher 8. Bd., 1879, S. 933.

[2]) Landw. Versuchsstationen 29. Bd., 1883, S. 187.

[3]) Bei dem geringen Gehalte der Kleie an Rohfaser sind die hier beobachteten Unterschiede als innerhalb der Fehlergrenzen derartiger Versuche liegend anzusehen.

[4]) Journal für Landw. 38. Jahrg., 1890, S. 69.

Mit Bezug auf letzteren Punkt verdient hervorgehoben zu werden, daß unter dem Einfluß überhitzter Wasserdämpfe nach den Untersuchungen von B. Neumeister[1]) aus den Eiweißstoffen eigentümliche Verbindungen, das sogenannte Atmidalbumin und die Atmidalbuminose entstehen, welche sich beide gegen die Enzyme des Magensaftes und Bauchspeichels sehr indifferent verhalten und von diesen kaum verändert werden. Nicht minder widerstandsfähig scheinen die Produkte der Hitzewirkung gegen Fäulnisbakterien zu sein, indem ihre schwach alkalisch gemachten Lösungen selbst nach tagelangem Stehen, auch nach der Infektion mit faulenden Stoffen, der Fäulnis nicht unterlagen. Möglicherweise steht die geringere Verdaulichkeit der mit Dampf behandelten Futterstoffe, soweit das Protein in Frage kommt, mit der Entstehung solcher Atmideiweißstoffe im Zusammenhang.

Alle Untersuchungen, welche bis jetzt über den Einfluß des Brühens, Kochens und Dämpfens auf die Ausnützung der Futterstoffe angestellt worden sind, weisen übereinstimmend darauf hin, daß eine Aufschließung an sich unverdaulicher Nährstoffe sich auf diese Weise nicht erreichen läßt. Man wird daher diese Zubereitungsmethode niemals auf gesunde, im rohen Zustande gut bekömmliche und leicht verdauliche Futterstoffe anzuwenden brauchen, sondern sie auf solches Material beschränken, das von der betreffenden Tiergattung sonst zu schlecht ausgenützt wird oder Gefahren für das Vieh birgt. Die Herabsetzung der Proteinverdauung durch die Zubereitung darf uns aber auf der anderen Seite nicht hindern, Brandsporen führende Spreu, befallene Pflanzen, schimmeliges Futter, mit Ausputz (Unkrautsämereien, brandigen Kornteilchen) versetzte Kleien usw. mit heißem Wasser oder Dampf zu behandeln, um von diesen Stoffen soviel zu retten als noch zu retten ist. Man darf dabei auch nicht vergessen, daß diese Operationen die Unkrautsämereien und Pilzsporen abtöten und dadurch einer Verunkrautung der Felder, sowie einer Verbreitung der Brandpilze vorbeugen.

Es gibt zudem durchaus normal beschaffene Futtermittel, die durch das Kochen oder Dämpfen auch an Nährkraft entschieden gewinnen. Zu diesen gehört in erster Linie die **Kartoffel** und vielleicht auch manche andere unter den stärkemehlführenden Wurzel- und Knollenfrüchten. Mag man die rohen Kartoffeln auch noch so sorgfältig schneiden und durch Mischung mit härteren Stoffen für ihre Zerkleinerung durch die Zähne sorgen, immer entziehen sich beachtenswerte Mengen kleiner Stückchen selbst beim Rinde und mehr noch beim Schweine der Verdauung, während in gekochtem oder gedämpftem Zustande die Kartoffeln zu den höchst verdaulichen Futterstoffen gehören, über die wir verfügen. Da die Kartoffeln zudem Stoffe enthalten, welche einen scharfen Reiz auf die Verdauungsorgane ausüben, der beim Kochen und Dämpfen aber verschwindet, so ist diese Zubereitung bei größeren Kartoffelgaben jedenfalls zu empfehlen.

Gekochte und gedämpfte Futterstoffe bilden eine reizlose, erschlaffende Nahrung, die zwar die Körperfülle begünstigt und daher bei der Mast des Rindviehes und bei der Schweinehaltung am Platze ist, auch beim Milchvieh gute

[1]) Zeitschr. für Biologie 26. Bd., 1890, S. 57.

Verwendung finden kann, an Arbeits- und Jungvieh aber nur in beschränkten Gaben gereicht werden sollte. Immer hat man sich davor zu hüten, in so zubereitetem Futter den Tieren mehr Wasser zuzuführen, als nötig ist, weil übermäßige Mengen dünnen Gesöffs Schwäche der Verdauungsorgane hervorrufen (S. 185). Am wenigsten angezeigt sind diese Zubereitungen bei der Haltung der Pferde und Schafe. Zwar verweigern diese Tiere ein derartiges Futter nicht, und in manchen Fällen, wenn es sich um die Verabreichung von Kartoffeln, gefrorenen oder beschädigten Hackfrüchten, befallenem Stroh, dumpfigen Körnern usw. handelt, kann man das Dämpfen und Kochen nicht umgehen; indessen gedeihen Pferde und Schafe immer am besten, wenn ihnen in der Hauptsache Trockenfutter gegeben wird. Anders steht es mit dem Rind, das sowohl gebrühtes wie gedämpftes Rauhfutter, wie auch ebenso zubereitete Futtermittel anderer Art gut verwertet und sich wohl dabei befindet. Beim Schweine bildet gekochtes und gedämpftes Futter vielfach die Hauptnahrung und hat sich in bezug auf seine Wirkung auf die Lebendgewichtszunahme den rohen, in Schrot- oder Mehlform verabreichten Stoffen gleicher Art meist überlegen gezeigt. Doch geht man mit dieser Zubereitungsweise im allgemeinen etwas zu weit und sollte dieselbe nur auf solches Futter anwenden, das roh schlecht verdaut wird oder nachteilige Nebenwirkungen zeigt. — Wo man nasses Futter zum Verzehr bringt, ist auf eine gründliche Reinhaltung der Krippen ganz besonders zu achten.

4. **Das Rösten** kommt wegen der damit verbundenen Einbuße an verdaulichen Nährstoffen im ganzen nur selten zur Anwendung, zumeist nur da, wo es sich um die Verwertung dumpfiger, schimmeliger oder sonstwie von Pilzen befallener Stoffe handelt. Auch dient es, wie bei den Roßkastanien und den Lupinenkörnern zur Zerstörung unangenehm schmeckender Bestandteile.

5. **Das Auslaugen**, eine ebenfalls nur selten benützte Zubereitungsmethode, wird nur da vorgenommen, wo es sich um die Beseitigung nachteilig wirkender Substanzen handelt. So extrahiert man rohe, in dünne Scheiben geschnittene K a r t o f f e l n, indem man dieselben in Fässer oder Bottiche mit doppeltem, einen Ablaßhahn tragenden Boden bringt, mit kaltem Wasser übergießt und nach 6—12stündigem Stehen die Flüssigkeit abzieht. Man entfernt auf diese Weise den größten Teil der scharfen Stoffe und wird dadurch in den Stand gesetzt, größere Mengen Kartoffeln zum Verzehr zu bringen. Da die Kartoffeln an wasserlöslichen Stoffen nur wenig (ca. 3%) enthalten, so ist der Verlust an Nährstoffen nicht groß. — Das Auslaugungsverfahren ist ferner mit bestem Erfolge zur Anwendung gebracht worden bei den L u p i n e n k ö r n e r n, die wegen ihres Gehaltes an sehr bitter schmeckenden, nicht unschädlichen Alkaloiden in unzubereitetem Zustande nur von Schafen und ebenfalls in geringer Menge von Pferden verzehrt werden und bei anderen Tierarten Übelstände (Verminderung und üblen Geschmack der Milch, Aufblähen) erzeugen. Da die Lupinenkörner bei oder nach dem Einquellen und Auslaugen mit bloßem Wasser die bitteren Stoffe nicht abgeben, so hat man allerlei Mittel (Salzsäure, Schwefelsäure, Chlorkalk, Soda, Kalkmilch, Ammoniak, Milchsäure) als Zusatz zum Wasser bei der Auslaugung in Vorschlag gebracht und ist durch längere Behandlung der

Körner mit diesen Chemikalien, nachfolgendes Neutralisieren mit Salzsäure bezw. Soda, oder Trocknen mehr oder weniger vollständig ans Ziel gelangt.[1]) Aller dieser Mittel, deren Verwendung bei der Viehhaltung nicht unbedenklich ist, bedarf es jedoch nicht, da es einen viel einfacheren Weg zur Entbitterung dieser Körner gibt. Von dem Gedanken ausgehend, das lebensfähige pflanzliche Gewebe die in ihnen enthaltenen löslichen Stoffe nur dann an Wasser abgeben, wenn durch irgend einen Eingriff ihre Lebensfähigkeit aufgehoben wird, hat der Verfasser[2]) verschiedene Methoden ausgearbeitet, die nach eingehender Prüfung von verschiedenen Seiten[3]) als bewährt empfohlen werden können. Die Abtötung der Körner läßt sich auf verschiedenem Wege erreichen, nämlich durch Einwirkung trockener Hitze auf die nicht weiter vorbereiteten Körner, ferner durch Kochen und Dämpfen der in Wasser aufgequollenen Lupinen, auch durch Gefrierenlassen nach vorangegangenem Aufquellen und nachfolgendes rasches Auftauen. Wenn auch alle diese Eingriffe die Zellwandung der Körner genügend durchlässig machen, so ist doch im praktischen Betriebe dem Dämpfen oder Kochen der Vorzug zu geben. Die Lupinen werden nach der Vorschrift des Verfassers zunächst je nach ihrer Quellbarkeit 24—36 Stunden in kaltes oder laues Wasser gebracht, darauf ohne Anwendung von Überdruck eine Stunde gedämpft oder gekocht und schließlich mit kaltem Wasser ausgelaugt, das des öfteren (alle 6 bis 12 Stunden) erneuert wird. Die Einwirkung des Dampfes oder kochenden Wassers braucht nicht ängstlich auf eine bestimmte Frist beschränkt zu werden, sondern man kann je nach Umständen eine halbe, eine ganze Stunde oder länger kochen oder dämpfen, nur nimmt dann das Auslaugen eine längere oder kürzere Zeit in Anspruch. Je länger die Einwirkung der Hitze dauert, um so schneller lassen sich die bitteren Stoffe auswaschen. Bei einstündigem Dämpfen oder Kochen kommt man mit 48stündigem Auslaugen ans Ziel, und wenn man anders verfährt, so muß man sich in jedem Falle durch eine Kostprobe überzeugen, ob die Körner hinreichend entbittert sind. Das Auslaugen selbst kann in Bottichen, in denen man die Masse öfters umrührt, oder in fließendem Wasser geschehen, in das man die Körner in Körben, Säcken oder durchlochten Kisten einstellt. — Da die entbitterten Körner sehr glatt und schlüpfrig sind und leicht den Zähnen der Tiere ausweichen, so empfiehlt es sich dieselben vor der Verfütterung zu quetschen.

Bei dem Auslaugen und auch bereits beim Kochen gehen nun nicht bloß die bittern Stoffe, sondern auch andere Substanzen in Lösung und werden den Körnern entzogen. Von den zahlreichen Untersuchungen, welche über die so entstehenden Verluste angestellt worden sind,[4]) seien nur einige hier angeführt,

---

[1]) Siehe hierzu O. Kellner, Landw. Jahrbücher 9. Bd., 1880, S. 977 und L. Steiner, Bericht des landw. Instituts der Universität Halle 12. Heft, 1895, S. 1.

[2]) Landw. Jahrbücher 9. Bd., 1880, S. 977 und 10. Bd., 1881, S. 849.

[3]) J. Kühn, Berichte des landw. Instituts der Universität Halle 7. Heft, 1887, S. 106; A. Steiner, ebenda 12. Heft, 1895, S. 1; H. Weiske, Journal für Landw. 36. Jahrg., 1888, S. 444.

[4]) Siehe die unmittelbar vorangegangenen beiden Anmerkungen.

welche der Verfasser bei der Prüfung seines Verfahrens erhalten hat. In 3 Sorten Lupinenkörnern, welche zu einer solchen Prüfung dienten, war enthalten in 100 kg Trockensubstanz:

	Rohprotein	Eiweiß	Rohfett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfaser	Asche
Reife gelbe . .	42,7	39,5	5,9	29,6	16,7	5,1
„ blaue . .	33,2	30,6	7,0	44,9	12,0	2,9
Halbreife blaue .	34,5	31,2	5,2	41,4	15,9	3,0

Nach einstündigem Verweilen der gequollenen Körner im Dampf von ca. 98° C. und zweitägigem Auslaugen blieben von der angewandten Trockensubstanz übrig bei den reifen gelben Lupinen 79,9, bei den reifen blauen 84,8 von den halbreifen blauen nur 71,9 kg. In diesem entbitterten Rückstand war enthalten in Kilogramm:

	Rohprotein	Eiweiß	Rohfett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfaser	Asche
Reife gelbe .	38,2	37,8	5,3	17,7	16,7	2,0
„ blaue .	30,4	29,7	5,5	35,5	12,0	1,4
Halbreife blaue	25,7	25,2	3,4	25,8	15,9	1,1

Der Verlust aus 100 kg angewandter Trockensubstanz betrug hiernach (kg):

Reife gelbe .	4,5	1,7	0,6	11,9	—	3,1
„ blaue .	2,8	0,9	1,5	9,4	—	1,5
Halbreife blaue	8,8	6,0	1,8	15,6	—	1,9

Von der eigentlichen Eiweißsubstanz reifer Lupinenkörner geht somit bei diesem Verfahren nur sehr wenig (3—5%) verloren; etwas größer sind die Verluste an Rohfett, doch ist dabei zu berücksichtigen, daß hier ein Teil der Alkaloide und andere minderwertige Substanzen, die sich in Äther lösen, aber nicht zu den Fetten gehören, einbegriffen sind. Am stärksten waren die Stickstoffsubstanzen nicht-eiweißartiger Natur (60—90%), die stickstofffreien Extraktstoffe (20—40%) und die Aschenbestandteile (50—60%) von der Auslaugung betroffen. Bei den halbreifen Körnern sind die Verluste erheblich größer. — Diese Einbuße an Rohnährstoffen wird aber reichlich aufgewogen durch die Qualitätsverbesserung der Körner, welche nicht nur von allen Klassen der Nutztiere gern verzehrt werden, sondern auch, wie (S. 61) nachgewiesen, nach Entfernung der Alkaloide eine gesteigerte Verdaulichkeit besitzen. Durch das in Rede stehende Entbitterungsverfahren[1]) sind die Lupinenkörner, welche vorher nur an Schafe

[1]) Von den anderen Methoden zur Entbitterung hat das von Soltsien herrührende ungefähr dieselben Auslaugungsverluste ergeben wie das Kellnersche und ist auch hinsichtlich der Entfernung der Bitterstoffe ziemlich gleich wirksam. Auf 100 kg Lupinen verwendet Soltsien 300 kg Wasser und 10 kg Ammoniak, läßt das Gemisch 48—72 Stunden unter öfterem Rühren stehen, zieht dann die Flüssigkeit ab und laugt darauf noch 5—7 Tage aus, bedarf also im ganzen einer 7—10tägigen Frist zur Entbitterung. Die nassen Lupinen werden wegen des anhaftenden Ammoniakgeruchs nicht gern gefressen, wie J. Kühn (a. a. O. S. 149) berichtet; durch 3tägiges Austrocknen an der Luft wurde aber dieser Übelstand beseitigt.

verfüttert werden konnten, ein Futtermittel von allgemeiner Verwendbarkeit geworden und bieten, im gekochten oder gedämpften Zustande ausgelaugt, auch einen wahrscheinlich hinreichenden Schutz gegen die so verheerend wirkende Lupinenkrankheit (s. w. u. Kap. 4).

Einen anderen Weg zur allgemeinen Verwertung der Lupinenkörner hat v. Fehrentheil beschritten, indem er die entbitterten Lupinenkörner mit Kartoffeln trocknete und auf diese Weise Lupinenflocken darstellte. Ausnutzungsversuche, die R. Neumann[1]) und A. Lösche sowie A. Stutzer und S. Goy[2]) ausführten, ergaben, daß nach weiterer Verbesserung des Entbitterungsverfahrens sich ein hochverdauliches, eiweißreiches Kraftfuttermittel gewinnen läßt.

6. Die Aufschließung des Strohes mit Natronlauge. Im Jahre 1894 stellte Fr. Lehmann fest, daß der Nährwert des Strohes sich ansehnlich steigern lasse, wenn je 100 kg mit 200 l Wasser und 4 kg Ätznatron in gewöhnlichen Kochgefäßen gekocht werde. Da das Futter in dieser Form aber praktisch noch nicht brauchbar war, so schlug er 1902[3]) zum Aufschließen die Kugelkocher vor, die in den Papierfabriken gebräuchlich sind. Es wurden dabei 100 kg Stroh mit 200 kg Wasser und 2—4 kg Ätznatron vermischt und mit einem Druck von 5—6 Atmosphären 6 Stunden lang erhitzt. Das so behandelte Stroh war konsumfertig und konnte nach dem Erkalten gleich verfüttert werden. Da sich bei dem Prozeß Essigsäure bildete, so wurde das Ätznatron durch entsprechend langes Kochen neutralisiert und eine schwach saure Reaktion erzielt. Die organische Substanz eines so behandelten Haferstrohes wurde von Schafen zu 56—60% verdaut, während die organische Substanz des Rohstrohes nur zu 42% verdaulich gewesen war. Es wurde also nach dem Lehmannschen Verfahren erreicht, dem Stroh eine Verdaulichkeit zu erteilen, die etwa derjenigen des Wiesenheues mittlerer Beschaffenheit gleicht. Zu einer allgemeinen Einführung dieses Verfahrens in die landwirtschaftliche Praxis ist es indessen nicht gekommen, weil die große Menge von Ätznatron, die den Tieren bei der Verfütterung des aufgeschlossenen Strohes aufgezwungen wurde, selbst von volljährigen und nichttragenden Rindern auf die Dauer nicht vertragen wurde.

Im Jahre 1899 wurde, wie bereits erwähnt (S. 160), bei Untersuchungen des Verfassers die Beobachtung gemacht, daß Roggenstroh, welches nach dem Verfahren der Papierfabrikation aufgeschlossen worden war,[4]) eine Verdaulichkeit aufwies, die bei weitem über die von Lehmann bei seinem Verfahren erzielte hinausging. Es wurden von Ochsen verdaut:[5])

---

[1]) Landw. Versuchsstationen 78. Bd., 1912, S. 253.

[2]) Ebenda 79. u. 80. Bd., 1913, S. 219.

[3]) Zentralblatt für Agrikulturchemie 31. Bd., 1902, S. 738.

[4]) Das Präparat war hergestellt durch $3^1/_2$ stündiges Dämpfen unter 7 Atmosphären Druck; auf 1000 kg Stroh waren 2070 l einer Lösung benützt worden, die im Liter 55 g Ätznatron, 20 g Soda und 22 g Natriumsulfid + Natriumthiosulfat enthielt, und der ungelöst gebliebene Teil (Strohstoff) war mit Wasser vollständig ausgewaschen worden.

[5]) Landw. Versuchsstationen 53. Bd., 1900, S. 278 u. 302.

Von der organischen Substanz	. . . . .	88,3 %
„ den stickstofffreien Extraktstoffen	. . .	79,2 „
„ der Rohfaser	. . . .	95,8 „

Respirationsversuche, die mit diesem Produkt, also dem sogenannten Strohstoff der Papierfabriken zur Ausführung kamen, ergaben, daß das vollkommen aufgeschlossene Stroh bei Wiederkäuern denselben Fettansatz zu erzielen vermochte, als reine Kartoffelstärke. Später ausgeführte Versuche von G. Fingerling und seinen Mitarbeitern ließen erkennen, daß der Strohstoff der Papierfabriken auch von Schweinen sehr vollkommen verdaut wird, wenn er auch hinsichtlich des Fettbildungsvermögens bei dieser Tierart hinter der Stärke zurückblieb (S. 162).

Nach dem Ausbruch des Krieges sind diese Erfahrungen in den Dienst der Futtererzeugung gestellt worden. Öxmann benutzte den Strohstoff der Papierfabriken und stellte in fabrikmäßiger Weise daraus sein sogenanntes Strohkraftfutter her, und Fr. Lehmann baute sein Verfahren weiter aus, das die Vornahme der Strohaufschließung im landwirtschaftlichen Betriebe anstrebte, welches Ziel auch das Verfahren Colsman, das sogenannte Dahlemer Verfahren und das Verfahren Beckmann verfolgen.

A. Das Öxmannsche Verfahren. Der Strohstoff der Papierfabriken wird mit 30 % Melasse gemischt, getrocknet und gemahlen. Der Nährwert des auf diese Weise gewonnenen Futtermittels beruht auf seinem Gehalt an verdaulicher Rohfaser und stickstofffreien Stoffen. Die mittlere Zusammensetzung ist folgende: 10,5 % Wasser, 3,0 % stickstoffhaltige Stoffe, 0,2 % Ätherextrakt, 27,6 % stickstofffreie Extraktstoffe mit 10,6 % Zucker, 54,2 % Rohfaser, 4,5 % Asche. Die hohe Verdaulichkeit und Verwertbarkeit des Öxmannschen Strohkraftfutters ist festgestellt worden durch Ausnutzungsversuche mit Hammeln, die von A. Morgen[1]) und seinen Mitarbeitern angestellt wurden und die eine Verdaulichkeit der organischen Substanz zu 83,3 % und der Rohfaser zu 91,4 % ergaben; durch Respirationsversuche an Pferden, die von Zuntz, R. v. d. Heide und M. Stäuber[2]) ausgeführt wurden und bei denen sich dieses Futtermittel als gleichwertig mit Hafer erwiesen hatte; durch Rispirationsversuche mit Schweinen, die von G. Fingerling[3]) zur Ausführung kamen, und bei denen das Öxmannsche Strohkraftfutter 70 % der Nährwirkung von Kartoffelflocken äußerte. Auch bei Gruppenversuchen, die W. Schneidewind und D. Meyer[4]) mit Schweinen ausführten, trat eine gute Nährwirkung in Erscheinung.

B. Die Verfahren von Fr. Lehmann,[5]) Verfahren A (druckloses Verfahren). Um bei diesem Verfahren ein Futter von der Verdaulichkeit der Kleie zu erzielen, werden 100 kg Rohstroh mit 200 l Wasser und 10 kg Ätznatron gekocht und nach erfolgter Aufschließung das Strohfutter solange mit Wasser ausgewaschen, bis keine Lauge mit Lackmuspapier mehr nachweisbar ist.

---

[1]) Landw. Versuchsstationen Bd. 92, 1918, S. 57.

[2]) Biochem. Zeitschr. 73. Bd., 1916, S. 161.

[3]) Noch nicht veröffentlicht.

[4]) Deutsche landw. Presse, 43. Jahrg., 1916, S. 601.

[5]) Illustr. Landw. Zeitung, 36. Jahrg., 1916, S. 681.

Verfahren B, Vorschrift I. Das Stroh wird mit Lauge — 4 kg Ätznatron auf 100 kg Stroh — 6—8 Stunden bei einem Druck von 5—6 Atmosphären in Kochern gekocht, wie sie in Papierfabriken üblich sind. In den 2 letzten Stunden pumpt man zwecks Abstumpfung der Lauge mit Hilfe des Kompressors atmosphärische Luft ein. Nach dem Entleeren und Abkühlen ist das Futter verfütterungsfertig. Es reagiert schwach sauer, riecht aromatisch und hat die Verdaulichkeit von Wiesenheu. Vorschrift II ähnelt derjenigen von I, jedoch werden an Stelle von 4 kg Ätznatron 10—12 kg pro 100 kg Stroh verwandt, keine Luft eingeblasen, aber das aufgeschlossene Produkt durch gründliches Auswaschen mit Wasser von der Lauge befreit.

C. Das Colsmansche Verfahren[1]) bedient sich zum Aufschließen des Strohes gemauerter, turmartiger Behälter, in denen das Stroh mittels Dampfes gedämpft wird, nachdem es vorher mit Natronlaugelösung — pro 100 kg Stroh 280 l mit 8 kg Ätznatron — eingemaischt worden ist. Nach dem Aufschließen erfolgt in einer besonderen Wäschetrommel das Herauswaschen der Natronlauge, Versuche, die von G. Fingerling mit Stroh, das nach dem Colsmanschen Verfahren aufgeschlossen war, ausgeführt wurden, ergaben eine Verdaulichkeit der organischen Substanz von 60—65%. Zu ganz ähnlichen Werten kamen A. Morgen[2]) und seine Mitarbeiter. Günstige Erfahrungen hat auch Hansen[3]) mit der Verfütterung des Colsmanschen Strohes bei der Verfütterung an Milchkühe gemacht.

D. Das Dahlemer Verfahren[4]) arbeitet im Prinzip nach dem Lehmannschen und Colsmanschen drucklosen Verfahren und läßt die Aufschließung in eisernen kastenartigen Gefäßen vor sich gehen. Die Versuchsanlage, die vom Kriegsausschuß für Ersatzfutter auf der Domäne Dahlem errichtet worden ist, besitzt 2 Kammern von je 4 cbm Fassungsraum, in denen — 1 cbm faßt 1 dz Rohstroh — bei Tag- und Nachtbetrieb in 2 Schichten 16 dz Stroh aufgeschlossen werden können, die Futter für 200 Stück Großvieh liefern. Das Verfahren verwendet pro 100 kg Rohstroh 8 kg Ätznatron und ca. 550 l Wasser, kocht mittels Dampf 6—7 Stunden, läßt die Lauge durch den Siebboden abfließen und wäscht erst mit warmem, dann mit kaltem Wasser solange aus, bis mit Lackmuspapier kein Alkali mehr nachweisbar ist. Auch mit dem aufgeschlossenen Stroh, das in Dahlem gewonnen wird, hat G. Fingerling[5]) Fütterungsversuche ausgeführt, die zu dem Ergebnis führten, daß die organische Substanz im Mittel von 2 Stroharten zu 74,8% verdaut wurde, also eine Verdaulichkeit erreichte, wie sie bei den meisten Kraftfuttermitteln festgestellt worden ist. Diese günstigen Ergebnisse wurden auch erzielt[6]) bei einem Stroh, das in einer Anlage gewonnen wurde, die nach

---

[1]) Deutsche landw. Presse, 43. Jahrg., 1916, S. 770.
[2]) Landw. Versuchsstationen 92. Bd., 1918, S. 71.
[3]) Deutsche landw. Presse, 44. Jahrg., 1917, S. 61, 71, 131.
[4]) Ebenda 43. Jahrg., 1916, S. 770.
[5]) Landw. Versuchsstationen 92. Bd., 1918, S. 6.
[6]) Ebenda 92. Bd., 1918, S. 16.

dem Dahlemer Prinzip errichtet worden war. Die organische Substanz dieses Produkts war zu 84,0% verdaulich. Es gewinnt den Anschein, daß die bei dem Dahlemer Verfahren gewählten Konstruktionsverhältnisse sowie das Aufschließungsverfahren geeignet sind, das höchstverdauliche Produkt zu gewinnen, das auf dem Wege der drucklosen Aufschließung zu erhalten ist.

Auf Grund der Erfahrungen, die mit den oben genannten Systemen gemacht wurden, und bei dem Bestreben, die mit der Länge des Krieges immer schärfer in Erscheinung tretende Futtermittelnot zu mildern, ist unter den verschiedensten Bedingungen Stroh aufgeschlossen worden, denn es war ja klar, daß zum Aufschließen im Prinzip jeder eiserne Behälter genügte. Es konnte daher Stroh auch in Industrieanlagen aufgeschlossen werden, die in Friedenszeiten anderen Zwecken gedient hatten.

Es haben sich denn auch verschiedentlich Fabriken in den Dienst der Strohaufschließung gestellt und entweder für die umliegende Landwirtschaft Stroh aufgeschlossen oder im Auftrage des Kriegsausschusses für Ersatzfutter getrocknetes Kraftstroh erzeugt.

E. Das Beckmannsche Verfahren der Strohaufschließung auf kaltem Wege. Die Schwierigkeit der Kohlenbeschaffung, die im weiteren Verlauf des Krieges immer größer wurde und vielfach die Strohaufschließung hinderte, brachten den Direktor des Kaiser Wilhelm-Institutes in Dahlem, Geheimrat Beckmann, auf den Gedanken, die Verhältnisse zu studieren, unter denen die optimale Aufschließung von Stroh bei gewöhnlicher Temperatur erfolge. Er fand bei Verfolgung der Lösungs- und Sättigungsverhältnisse, die Winterhalmstroh zeigte, nachdem es bei gewöhnlicher Temperatur mit Natronlauge von verschiedener Konzentration verschieden lange Zeit behandelt worden war, daß die Loslösung der inkrustierenden Bestandteile nach dreitägiger Einwirkung einer 1½ bis 2 prozent. Natronlaugelösung vollständig erreicht war. Fütterungsversuche, die G. Fingerling[1]) ausführte, bestätigten diese Befunde. Es wurde die organische Substanz eines Roggenstrohes, das nach dem Beckmannschen Verfahren 3 Tage lang mit 1½ prozent. Natronlauge behandelt worden war, zu 73,1% verdaut, während die Verdaulichkeit der organischen Substanz des unaufgeschlossenen Strohes 45,7% betrug. Bei der weiteren Bearbeitung des Beckmannschen Verfahrens stellte es sich ferner heraus, daß eine dreitägige Behandlung des Strohes mit Natronlauge zwar die optimale Aufschließung bewirkt, indessen bereits nach 6—12 stündiger Einwirkung eine nahezu vollständige Loslösung der Inkrusten erreicht wird. Nach 12 stündiger Einwirkung der Natronlauge fand G. Fingerling die Verdaulichkeit der organischen Substanz zu 71,2%, nach 6 Stunden zu 70,3%. Da zu diesen Versuchen dasselbe Rohstroh Verwendung fand, sind die Zahlen direkt vergleichbar und zeigen, daß die Loslösung der inkrustierenden Bestandteile des Strohes bei gewöhnlicher Temperatur fast ebenso vollkommen gelingt, wie bei Anwendung von Hitzegraden, eine Beobachtung, die von H. Wagner[2]) und

---

[1]) Landw. Versuchsstationen 94. Bd., 1919, S. 115.

[2]) Fühlings landw. Zeitung 68. Jahrg., 1919, S. 228.

G. Schöler durch Ausnutzungsversuche mit Hammeln bestätigt wurde. Daß das nach dem Beckmannschen Verfahren aufgeschlossene Stroh aber auch denselben Nährwert hat, wie das nach dem Kochverfahren erhaltene, zeigten Fütterungsversuche mit Pferden, die G. Fingerling zur Ausführung brachte. Die Versuchstiere, die täglich dieselbe Arbeit zu leisten hatten, blieben auf demselben Lebendgewicht stehen, als ihnen dieselbe Menge Trockensubstanz einmal in Form von Kochstroh, das andere Mal in Form von Stroh gereicht wurde, das nach dem Beckmannschen Verfahren aufgeschlossen worden war. Zu demselben Ergebnis kam Hansen[1]) bei Milchkühen, der gleichfalls Stroh, das nach dem Colsmanschen Verfahren aufgeschlossen worden war, mit kalt aufgeschlossenem Stroh verglich und dieselben Milcherträge erhielt, als er gleiche Mengen Trockensubstanz in Form von Colsmanschem Stroh durch Beckmannsches Stroh ersetzte.

Das nach dem Beckmannschen Verfahren gewonnene Produkt hat aber noch eine Reihe sehr erheblicher Vorzüge. Da das Stroh nicht gekocht wird, bleibt das natürliche Aroma erhalten, und die Tiere fressen dieses aufgeschlossene Stroh viel lieber als das fade Kochstroh. Dazu kommt, daß das nach dem Beckmannschen Verfahren aufgeschlossene Stroh seine Häckselstruktur beibehält und nicht in eine schleimige, schmierige Masse zerkocht wird, wie das der Fall ist bei dem Stroh, das unter Anwendung von Hitzegraden mit oder ohne Druck aufgeschlossen wird. Auch ist die Ausbeute nach dem Beckmannschen Verfahren eine größere, weil nicht soviel Nährstoffe in Verlust geraten. Der Hauptvorteil dieses Verfahrens besteht aber darin, daß es die Aufschließung des Strohes in jedem Gutsbetriebe ermöglicht, weil keine besonderen maschinellen Einrichtungen (Dampferzeugungsmaschinen, kostspielige Anlagen usw.) nötig sind, sondern die Aufschließung in jedem Behälter, beispielsweise in hölzernen, mit Asphaltlack gedichteten Kästen vorgenommen werden kann. Daß dieses Verfahren angesichts der Kohlenersparnis auch bedeutend billiger ist, als die Kochverfahren, bedarf keines besonderen Hinweises. Das Beckmannsche Verfahren darf daher wohl als das lang gesuchte Aufschließungsverfahren betrachtet werden, das ohne regulären Fabrikbetrieb selbst in den kleinsten Wirtschaften die Strohaufschließung ermöglicht. Auf der Versuchsanstalt Möckern wird seit mehreren Jahren nach diesem Verfahren Stroh in hölzernen Kästen, die 1½ m lang, 1 m breit und 0,60 m hoch sind, für 8 Ochsen, 6 Pferde und 10 Hammel mit sehr gutem Erfolge aufgeschlossen.

Was die Handhabung des Verfahrens anbetrifft, so wird der Strohhäcksel mit der 8fachen Menge einer 1,5 prozent. Natronlaugelösung eingeweicht. Es kommen also auf 100 kg Stroh 12 kg Ätznatron, die in 800 l Wasser gelöst werden. Nachdem der Häcksel in dieser Laugenlösung vollständig eingeweicht worden ist, bedeckt man die eingeweichte Masse mit Lattenrosten, die mit Steinen beschwert werden, so daß der Häcksel unter die Laugenlösung gedrückt wird. Nach 10—12 Stunden läßt man die Lauge in den 2. Aufschließungsbehälter ab, ermittelt ihren Gehalt an Alkali durch Titration und stellt durch Zugabe von

[1]) Mitteilungen der Deutschen Landw.-Gesellschaft 1919, S. 41.

Wasser und festem Ätznatron die 1,5prozent. Natronlaugenlösung her, in der das 2. Quantum aufgeschlossen wird. Auf diese Weise kann noch ein weiteres Mal verfahren werden. Nach erfolgtem Aufschluß wird das Stroh gründlich mit Wasser solange ausgewaschen, bis kein Alkali mit Lackmuspapier nachweisbar ist. —

Was nun den Futterwert des nach dem einen oder anderen Verfahren aufgeschlossenen Strohes betrifft, so liegt klar zutage, daß derselbe um so höher sein muß, je vollkommener aufgeschlossen wurde, d. h. je vollständiger die Zellulose von den inkrustierenden Substanzen befreit worden ist, ein Zustand, der mit der Verdaulichkeit der Zellulose Hand in Hand geht. Je höher zudem die Verdaulichkeit der organischen Substanz liegt, um so mehr tritt der Rauhfuttercharakter des Strohes zurück und um so mehr nähert sich das aufgeschlossene Stroh dem Strohstoff, der in Papierfabriken gewonnen wird und dessen Nährwert, wie bereits dargetan, demjenigen der reinen Stärke gleichkommt. Man kann daher dem härtesten Winterhalmstroh einen Stärkewert verleihen, der je nach der Art der Aufschließung zwischen demjenigen mittleren Wiesenheus und dem besten Kraftfutters schwankt. Dabei ist der Umfang der Aufschließung und der Nährwert des aufgeschlossenen Produktes in erster Linie abhängig von der Natronlaugemenge, die zum Aufschließen verwandt worden ist und erst in 2. Linie von der Temperatur, unter der aufgeschlossen wird. Es kann daher ein Stroh, das mit 12 kg Ätznatron pro 100 kg Stroh 12 Stunden lang bei gewöhnlicher Temperatur eingeweicht wird, eine höhere Verdaulichkeit und dementsprechend einen höheren Nährwert besitzen, als Stroh, das mit 4 kg Ätznatron bei 6 Atmosphären gekocht wurde. Werden dagegen bei dem Aufschluß unter mehreren Atmosphären Druck ebenfalls 10—12 kg Ätznatron verwandt, so hat dieses Produkt einen höheren Nährwert, als das ohne Druck oder auf kaltem Wege aufgeschlossene Stroh, weil der Kau- und Verdauungsaufwand bei dem ersteren Strohpräparat ein geringerer und demnach der Nährwert ein höherer ist. Allerdings sind auch die Nährstoffverluste beim Aufschluß unter Druck die höchsten und erreichen ca. 50%. Da die in Verlust geratenen Nährstoffe naturgemäß die wertvollsten sind, kann in wirtschaftlicher Beziehung ein weniger hoher Aufschluß der vorteilhafteste sein.

Schließlich ist bei der Verwendung des aufgeschlossenen Strohes zu beachten, daß dasselbe durch den Aufschlußprozeß sein Eiweiß verloren hat. Die geringe, im aufgeschlossenen Stroh enthaltene Eiweißmenge ist unverdaulich. Da Winterhalmstroh aber an und für sich nur wenig verdauliches Eiweiß enthält, hat dieser Verlust nicht viel zu bedeuten. Wer aber dieserwegen dem aufgeschlossenen Stroh den Charakter eines Kraftfuttermittels abspricht, wie dies sogar von sachverständiger Seite geschehen ist, zeigt nur, daß er von dem Charakter eines Kraftfuttermittels veraltete Vorstellungen hat. Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß der Aufschließungsprozeß soweit getrieben werden kann, daß das erhaltene Produkt die Nährwirkung eines Kraftfuttermittels äußert, und da der Aufschluß bei der Herstellung von Strohstoff tatsächlich soweit gesteigert wird, hat derselbe und die daraus gefertigten Futtermittel (z. B. das Örmannsche Strohkraftfutter) den Nährwert und den Charakter eines Kraftfuttermittels.

Wenn die in obigem gezeigte Quelle der Futterbeschaffung durch Aufschließen von Stroh und die dadurch erreichbare Nährstoffvermehrung während des Krieges nicht mehr ausgenutzt worden ist, so liegt das zum Teil an dem Widerstand, der anfangs selbst von sachverständiger, aber in Vorurteilen befangener Seite der Einführung entgegengesetzt wurde, die selbst im vollkommen aufgeschlossenen Stroh nur ein „Rauhfutter" sah und sich sogar zu der Behauptung verstieg, man könne Zeitungspapier mit demselben Erfolg verfüttern, ohne zu bedenken, daß das Zeitungspapier zum größten Teile aus geschliffenem Holze besteht. Im weiteren Verlaufe des Krieges machte sich die verfehlte Laugenpolitik des Kriegsausschusses für Ersatzfuttermittel, dem die Verteilung der Lauge von Reichswegen übertragen worden war, sowie der Mangel an Kohle geltend, der zur Einschränkung der Produktion zwang. So ist während des Krieges trotz der herrschenden Futternot eine Futterquelle relativ wenig ausgenutzt worden, die von allen erschlossenen die aussichtsreichste war.

7. Die Aufschließung der Futterstoffe mittels verdünnter Salzsäure und Soda hat sich als ein ganz unzweckmäßiges Verfahren erwiesen. A. Stöckhardt hatte es speziell für die Kleienarten empfohlen und dazu folgende Vorschrift gegeben: 100 Gewichtsteile Kleie werden mit 800 Teilen kaltem Wasser angerührt, $2^1/_2$ Teile starke Salzsäure (spez. Gew. 1,18) zugesetzt und die Masse womöglich im Dampffasse 10 Minuten gekocht, das Flüssige abgelassen und beiseite gestellt; zu dem zurückgebliebenen ungelösten Teige kommen 200 Teile Wasser mit $1^1/_2$ Teilen 70grädiger kalzinierter Soda, worauf wieder 10 Minuten gekocht wird; alsdann gibt man den vorher abgezogenen flüssigen Teil allmählich in kleinen Portionen zu der Masse im Dampffaß und fügt noch einige Löffel Schlemmkreide hinzu. — Mit einer Weizenschalenkleie, welche einmal im ursprünglichen trocknen Zustande, das andere Mal nach dem Stöckhardtschen Verfahren zubereitet an Ochsen verfüttert wurde, erhielt G. Kühn[1]) folgende Verdauungs-Koeffizienten:

	Organische Substanz	Roh-protein	Roh-fett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Roh-faser
Unzubereitete Kleie . . .	75,5	88,2	79,6	79,5	20,1
Zubereitete „ . . .	67,2	62,5	74,7	79,8	—

Das Kochen mit Säure und Lauge hat somit die Verdaulichkeit in ungünstigem Sinne beeinflußt. Das Verfahren erscheint daher zur allgemeineren Anwendung nicht geeignet; es verursacht erhebliche Kosten und besitzt vor dem Dämpfen oder vor dem Kochen im bloßen Wasser nur Nachteile.

Während des Krieges ist verschiedentlich versucht worden, Holz und Stroh mit Salzsäure aufzuschließen, ohne daß dabei das angestrebte Ziel auch nur annähernd erreicht worden wäre. Versuche, die N. Zuntz und G. Fingerling mit einem nach dem Minckschen Verfahren aufgeschlossenen Stroh ausführten, ergaben keine Erhöhung der Verdaulichkeit. Dagegen machte sich eine starke Nierenreizung geltend, die sich bei den Versuchstieren G. Fingerlings zu einer tödlich ver-

[1]) Zentralblatt für Agrikulturchemie 12. Bd., 1877, S. 188.

laufenden Nierenentzündung steigerte. Ferner hat G. C. Schwalbe ein Verfahren ausgearbeitet, um Holz und Stroh mittels Salzsäure aufzuschließen. Wenn auch bei diesem Verfahren die Stoffe beseitigt werden, die eine Nierenreizung herbeiführen, so kann bei dem nach diesem Verfahren behandelten Holz oder Stroh von einer in Betracht kommenden Verdaulichkeitssteigerung keine Rede sein, wie Versuche von Ellenberger, N. Zuntz und G. Fingerling gezeigt haben. Das Schwalbesche Verfahren hat daher, wie alle anderen dieser Art, die darauf gesetzten Erwartungen der Erfinder nicht gerechtfertigt.

8. Das Mälzen der Körner und die Herstellung süßer Maischen (Kunstschlempe). — Bei der Keimung der Samen findet stets ein Stoffverbrauch statt, indem Kohlenhydrate und Fette der Oxydation, Eiweißstoffe der Zersetzung anheimfallen. Über die Größe dieses Verbrauchs läßt sich ein ungefährer Anhalt gewinnen, wenn man die Untersuchungen über die Bereitung von Grünmalz aus Gerste zu Rate zieht. Man hat hier beobachtet, daß aus 100 kg Gerste nach 4tägiger Führung des Malzes 2,5—3, nach 9tägiger 5—6 kg Stärkemehl durch die Atmung der Keimlinge zerstört und von den Eiweißstoffen 20—30% schon in den ersten Keimungsstadien in minderwertige Stoffe nicht-eiweißartiger Natur übergeführt werden. Da nun hierbei gerade die am leichtest löslichen Nährstoffe der Oxydation und Zersetzung anheimfallen, so ist es klar, daß der Mälzprozeß mit einem recht ansehnlichen Verlust an verdaulicher Substanz verbunden sein muß. Aus diesem Grunde und weil man einfachere Wege kennt, Körner in schmackhafter Form zum Verzehr zu bringen, kann die Bereitung von Malz zum Zwecke direkter Verfütterung nicht als eine ökonomische Maßregel angesehen werden. Unangenehm schmeckende oder schädliche Stoffe, wie die der Lupinenkörner, werden bei der Keimung nicht oder nur in so geringem Umfange zerstört, daß auf diese Weise eine Verbesserung nicht zu erreichen ist.

Aus manchen stärkemehlreichen Futtermitteln, wie aus den Kartoffeln, bereitet man zuweilen eine süße Maische, wobei man auf 100 kg rohe Kartoffeln, welche gedämpft oder gekocht und gequetscht mit Wasser eingemaischt und auf 40—55° C. gebracht werden, etwa 0,3—0,5 kg Malz verwendet. Mehr Malz ist nicht zu empfehlen, weil, wenn die Verzuckerung zu weit geht, die Maische weit eher zur Säuerung und Zersetzung neigt, als wenn sie noch viel Dextrin und verkleisterte Stärke enthält. Manche ziehen es vor, die süße Maische 10—14 Stunden stehen zu lassen, damit sich in dieser Zeit eine schwache Milchsäuregärung einstellt, die das Getränk den Tieren besonders angenehm machen soll. Der Verfasser hält es jedoch für zweckmäßiger, die Maische frisch und möglichst warm zu verfüttern, weil sie in diesem Zustande ebenfalls gern aufgenommen wird, während das Ansäuern, wie alle Gärungen, einen Verlust an verdaulicher Substanz bedeutet und bei den Tieren leicht Durchfälle erzeugt. Zudem siedeln sich in der zuckerhaltigen Flüssigkeit bei längerem Stehen verschiedene Hefearten an, es entsteht Alkohol, dessen Genuß bei den Tieren fürchterliche Folgen haben kann. In süßem, nicht zu wässerigem Zustande und frisch verabreicht, bildet die so hergestellte Maische eine Suppe, die sich bei Kühen und Mastochsen vortrefflich bewährt hat; es empfiehlt sich jedoch nicht, auf 1000 kg Lebendgewicht täglich an Kühe mehr

als 30, an Mastochsen mehr als 40 kg Kartoffeln in der beschriebenen Form zu verabreichen. Der häufigeren und allgemeineren Verwendung solcher Maischen stehen freilich die Herstellungskosten entgegen.

Für die Herstellung einer anderen Form der süßen Maische, mit welcher bei der Aufzucht der Kälber und Ferkel öfters gute Erfolge erzielt worden sind, hat J. von Liebig eine Vorschrift gegeben, nach welcher auf ein Kalb zu verwenden sind: 4 l Milch, 4 l Wasser, 280 g Weizenmehl, 280 g Malzschrot und 5—6 g doppelt kohlensaures Kalium. Zur Bereitung kocht man das Mehl mit 4 l Wasser und 2 l Milch zu einem Brei, setzt das in der anderen Hälfte der Milch aufgelöste Kalisalz zu und rührt dann das Malzschrot ein. Das Gemenge läßt man 1/2 Stunde an einem warmen Orte stehen, kocht alsdann nochmals auf und seiht durch Gaze ab. Der Trank wird täglich frisch bereitet und lauwarm verabreicht. Selbst Kälber, welche die Muttermilch nicht vertragen, sollen bei dieser Suppe vortrefflich gedeihen. — Verzuckerte Stärke ist neuerdings als Zusatz zur Magermilch (40—60 g Stärke auf 1 l Milch) empfohlen worden, um das durch Entrahmen entzogene Milchfett bei der Kälberernährung zu ersetzen.[1]) Die Verzuckerung braucht hierbei selbstverständlich nicht durch ein künstliches Malzpräparat bewirkt zu werden, sondern läßt sich ebenso leicht erreichen durch Zusatz von Malzschrot oder gequetschtem Grünmalz zu Stärkemehl, Kartoffelmehl oder reinen Futtermehlen.

9. Die Vorverdauung (Peptonisierung) durch Anwendung von Verdauungssäften (Magensaft, Pankreasflüssigkeit) auf manche Futterstoffe, wie auf Fleisch- und Fischabfälle, auf das Blut der Schlachttiere, auf Milch, Molkererabfälle usw. verdient hier nur insofern berührt zu werden, als Präparate, die nach solchen Verfahren hergestellt sind, dem Landwirte gelegentlich angeboten werden. Durchweg legt die Reklame derartigen Mitteln eine Nähr- und Heilkraft bei, die schon um deswillen ans Wunderbare grenzen muß, weil der geforderte Preis sich immer in schwindelnder Höhe bewegt. — Eine weitgehende Verflüssigung der Eiweißstoffe durch Umwandlung in wasserlösliche Peptone und Albuminosen entspricht zunächst keineswegs den Bedürfnissen eines gesunden Organismus. Es ist im Gegenteil kein Zufall, sondern gewiß von großer Bedeutung für den Haushalt des Körpers, daß die meisten Eiweißstoffe in einer in Wasser unlöslichen Form in den Darm gelangen; selbst das Kasein der dem Säugling zukommenden Milch wird im Magen zuerst gefällt und dann nach und nach verdaut; und mit den stickstofffreien Nahrungsbestandteilen ist es ebenso, denn wir genießen die Kohlenhydrate größtenteils nicht in der Form des leichtlöslichen Zuckers, sondern des in Wasser unlöslichen Stärkemehls, welches ebenfalls nur allmählich verdaut wird und daher längere Zeit nach der Nahrungsaufnahme vorhält. Wenigstens ist nach den vorliegenden Untersuchungen[2]) vom Pepton anzunehmen, daß es bei reichlicher Zufuhr von der Schleimhaut des Darmes nicht sofort vollständig in

---

[1]) J. Hansen, Deutsche landw. Tierzucht 1906, Nr. 38.

[2]) A. Ellinger, Zeitschrift für Biologie 33. Bd., 1896, S. 190 und M. Voit, ebenda 45. Bd., 1903, S. 79.

Eiweiß umgewandelt werden kann, sondern zum Teil unverändert in die Säfte übergeht und eine schädliche Wirkung auf die Schleimhaut ausübt. Daher kommt es, daß ein gesunder Körper von unlöslichen Eiweißstoffen viel mehr verzehren und vertragen kann als von den leicht löslichen Albuminosen und Peptonen. Mit den Kohlenhydraten ist es nicht anders; wollte man beim Pflanzenfresser oder Omnivor die täglich verzehrte Menge Stärkemehl und anderer unlöslicher, aber verdaulicher Kohlenhydrate durch Zucker ersetzen, so würden heftige Diarrhöen und Verdauungsstörungen die Folge sein. Das gesunde Tier steht sich ohne künstliche Verflüssigung der Nahrungsstoffe am besten und bei kranken Tieren ist sachverständige Behandlung, nicht aber eine urteilslose Anwendung irgendwelcher Nährpräparate am Platze.

10. Die Zubereitung des Futters durch Gärung (Ansäuerung und Selbsterhitzung). — Getreideschrot, Futtermehle, Kleien usw. werden behufs Verbesserung des Geschmacks vereinzelt einer Milchsäuregärung unterworfen, indem man diese Stoffe mit warmem Wasser anrührt, mit etwas Sauerteig versetzt und unter öfterem Umrühren ca. 24 Stunden stehen läßt. Daß eine derartige Zubereitung die Verdaulichkeit nicht erhöhen kann, sondern im Gegenteil zu Verlusten an verdaulichen Nährstoffen führt, haben wir bei der Besprechung der Sauerfutterbereitung (S. 249) bereits auseinandergesetzt und ist von G. Kühn[1] durch Fütterungsversuche mit Weizenschalenkleie direkt erwiesen worden. Im Vergleich zu der unzubereiteten, trocken verfütterten Kleie zeigte angesäuerte, aus derselben Kleie hergestellte Suppe, die ca. 1% freie Milchsäure enthielt, die nachstehenden Verdauungs-Koeffizienten:

	Organische Substanz	Rohprotein	Rohfett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfaser
Natürliche Kleie . .	75,5	88,2	79,5	79,5	20,1
Angesäuerte Suppe .	67,3	79,1	82,5	70,6	12,5

Die eingesäuerten Suppen sind kein besonders empfehlenswertes Futter, am besten werden sie noch vom erwachsenen Rinde vertragen, weniger von Schweinen, am wenigsten von Pferden und Schafen. Ist man durch irgend welche Umstände zu einer Zubereitung der hier in Rede stehenden Futterstoffe gezwungen, so ziehe man das Brühen, Kochen oder Dämpfen vor.

Zur Herstellung von Brühfutter durch Selbsterhitzung oder Fermentierung dienen in der Regel Häcksel von Stroh und Heu, Spreu, Grünfutter, Wurzelgewächse und gewöhnlich auch Schlempe. Alle diese Materialien werden gut gemischt, wozu Rüben und Kartoffeln vorher in Scheiben geschnitten werden müssen; man gibt etwas Viehsalz hinzu, befeuchtet das Gemisch mit Wasser, Schlempe oder verdünnter Melasse so, daß es sich in der Hand leicht ballt, ohne Wasser abfließen zu lassen, und setzt das Gemenge in Haufen von etwa 1 m Breite und 1/2 m Höhe, die möglichst festgeschlagen oder gestampft, mit einer Lage Stroh bedeckt und mit Brettern und Steinen belastet werden. Dabei achtet

[1]) Zentralblatt für Agrikulturchemie 12. Bd., 1877, S. 188.

man darauf, daß die Scheiben der Rüben oder Kartoffeln nicht an die Oberfläche oder an die Ränder zu liegen kommen, sondern gut zwischen die anderen Futterstoffe eingebettet werden, weil sie an der Luft unschmackhaft werden. Zweckmäßigerweise verwendet man zu der Aufnahme des Gemisches auch Lattenverschläge mit einem Fassungsraume von einem Tagesbedarf. Am besten bereitet man das Futter in einem Raume, der nicht zu großen Temperaturschwankungen ausgesetzt ist, da sich sonst das Gemisch zu ungleichmäßig erhitzt und nicht immer ein gleichartiges Futter erzielt wird. An kalten Tagen macht man die Haufen etwas höher, verwendet etwas mehr Heuhäcksel und nimmt zum Anfeuchten wohl auch warmes Wasser oder warme Schlempe, alles, um einen rascheren Eintritt und besseren Verlauf der Selbsterhitzung herbeizuführen. Bei regelrechter Herrichtung der Haufen setzt die Gärung sehr bald ein, die Masse erwärmt sich gleichmäßig und ist in 48 Stunden zur Verfütterung fertig. Um täglich gleichmäßiges Futter zu haben, ist jeden Tag ein neuer Haufen anzusetzen. Zum Verzehr gelangt am besten zuerst die obere, dann die mittlere und zuletzt die untere Schicht. — Das Futter macht in den Haufen eine Gärung durch, bei welcher Milchsäure, Essigsäure und wein- oder obstähnlich riechende Stoffe gebildet werden, die den Tieren sehr angenehm sind. Besonders zu empfehlen ist das Verfahren, wo es gilt, harte Futterstoffe, die sonst verschmäht werden, zum Verzehr zu bringen, oder Kartoffeln ohne vorheriges Kochen oder Dämpfen zu verfüttern. Die Scheiben der letzteren nehmen in den Haufen die wünschenswerten Eigenschaften der gekochten Knollen an, ohne deren Mängel zu teilen, sie haben ihre Schärfe verloren, ohne reizlos und fade geworden zu sein. Strohhäcksel, nur mit verdünnter Melasse befeuchtet und ohne andere Zusätze in der angegebenen Weise der Gärung unterworfen, erlangt hierbei eine solche Schmackhaftigkeit, daß sehr beträchtliche Mengen davon anstandslos verzehrt werden. Ölkuchen, Getreideschrot, Kleien und ähnliche Futtermittel schließt man am besten von der Brühfutterbereitung aus, weil sie besonders großen Verlusten durch die Gärung ausgesetzt sind; höchstens kann man kleinere Mengen zur Verbesserung des Geschmackes hinzugeben.[1])

Zweck des beschriebenen Verfahrens ist lediglich, mangelhaft beschaffenen Futtermitteln in bezug auf Geschmack und Geruch eine Verbesserung angedeihen zu lassen, was unschwer zu erreichen ist. Wo man dies nicht nötig hat, da sollte Brühfutter überhaupt nicht hergestellt werden, denn die Selbsterhitzung erfordert, wie jede Gärung ein gewisses Opfer an verdaulicher Substanz und Arbeit. Roggenstroh z. B., von welchem ein Teil in der Form von Häcksel, an anderer nach 48—60stündiger Gärung in mit Wasser befeuchteten Haufen an Schafe verfüttert wurde, hatte durch die Gärung von der Trockensubstanz 3,85 % verloren und zeigte die nachstehenden Verdauungs-Koeffizienten:

	Organische Substanz	Rohprotein	Strickstofffreie Extraktstoffe + Rohfett	Rohfaser
Unzubereitet	43,3	23,9	37,6	50,5
Brühhäcksel	39,6	22,3	31,8	47,3

[1]) H. Hellriegel, Landw. Versuchsstationen 7. Bd., 1865, S. 242 und 387.

Den Verlusten, die hier beobachtet wurden und die bei leichter zersetzlichen Stoffen erheblich höher ausfallen dürften, steht als Gewinn außer der Geschmacksverbesserung noch die Erweichung und die damit verbundene Herabsetzung der Kauarbeit gegenüber.

In Jahren, in denen man gezwungen ist, viel Stroh zu verfüttern, bildet die Brühhäckselbereitung einen willkommenen Ausweg. Das gegorene Futter eignet sich als Hauptfutter nur für erwachsenes Rindvieh, allenfalls auch für Schafe gröberer Rassen, weniger für Pferde und Jungvieh. Will man es an Schweine verabreichen, so muß es vorwiegend aus Hackfrüchten mit nur wenig hartem Futter hergestellt werden, was zuweilen Schwierigkeiten macht. Bei Kühen stellt sich nach der Verfütterung von Brühhäcksel manchmal ein übler Geschmack der Milch ein, namentlich wenn bei dem Zubereitungsverfahren nicht die nötige Reinlichkeit beobachtet oder das Futter nach der Gärung zu lange liegen gelassen wird.

11. Die Herstellung von Futterbroten. — Zu denselben verwendet man die verschiedensten Futtermehle, geschrotene Getreide- und Leguminosenkörner, Kleiearten, Fleisch- und Fischfuttermehl, Blutmehl, zu alt gewordenes, für den menschlichen Konsum bestimmtes Gebäck, Milch, Molken, Melasse, Kartoffeln, Schlempe, Spreu, Häcksel usw. Dem aus einem passenden Gemisch hergestellten Teig fügt man etwas Kochsalz, zuweilen zur Geschmacksverbesserung auch etwas Fenchel oder Anis zu und setzt denselben mit Hilfe von Sauerteig oder Bierhefe in Gärung, um ihn dann in die gewünschte Form zu bringen und zu backen. Je nachdem die Mischungsbestandteile an sich schon eine lockere Beschaffenheit des Brotes garantieren, unterläßt man auch die Gärung, welche ja immerhin etwas, wenn auch nicht viel, von den Nährstoffen zersetzt und zerstört. Da Brot leicht schimmelt, so bereitet man, soll das Produkt eine längere Haltbarkeit haben, aus den erwähnten Materialien verschiedene Arten von Zwieback. — Im ganzen spielt aber die Brotbereitung in der landwirtschaftlichen Tierhaltung keine große Rolle, sie ist zu umständlich, zu teuer und läßt sich durch bequemere Zubereitungsmethoden ersetzen. Futterbrote finden fast ausschließlich in der Pferdehaltung als Ersatz für Hafer Verwendung und stehen in dem Rufe, ein sehr gedeihliches Futter zu sein. Stellt man sie nicht selbst her, sondern kauft man sie an, so sei man sehr vorsichtig, da die Brote oft dazu dienen, allerhand Unrat und verdorbenes Material an den Mann zu bringen.

Während des Krieges sind von Rheinischen Städten vielfach Futterbrote nach einem von Dr. Pilgram angegebenen Verfahren hergestellt worden. Nach diesem Verfahren werden die verschiedensten Futtermittel, namentlich solche tierischen Ursprungs und die von den Tieren ungern verzehrt werden, zusammengemischt und mit soviel Wasser und Melasse versetzt, daß der Teig zusammenhält. Alsdann wird die Masse in Brotforme gepreßt und den Temperaturen eines Backofens ausgesetzt. Von einem eigentlichen Backprozeß kann hierbei natürlich keine Rede sein, sondern es wird nur erreicht, daß Futterstoffe, die von den Tieren in unbearbeitetem Zustande ungern aufgenommen werden oder die infolge ihres nicht ganz frischen Zustandes eventuell Verdauungsstörungen verursachen, leichter und

unbedenklicher zum Verzehr gebracht werden können. Da die Herstellung derartiger Brote sehr hoch zu stehen kommt, kann es sich hierbei nur um eine vorübergehende Kriegsmaßnahme gehandelt haben.

Viertes Kapitel.

Beschreibung der Futtermittel.

I. Grünfutter und Heu.

Die Grünfutterstoffe und Heuarten bestehen sämtlich aus den oberirdischen Teilen solcher Pflanzen, welche ihr Wachstum noch nicht abgeschlossen haben und noch reichliche Mengen Blattgrün enthalten. Unter den Verhältnissen, welche den Wert dieser Futtermittel beeinflussen, ist

a) das **Alter der Pflanzen** an erster Stelle zu nennen. Wir erkennen dies am besten an den folgenden Beispielen, welche die Zusammensetzung verschiedener Pflanzen in verschiedenen Entwicklungsstufen darlegen:

1. Wiesengras,[1]) geerntet von gleichbestandenen Parzellen einer und derselben Wiese am 14. Mai, 9. und 26. Juni. Der erste Schnitt entsprach einem Futter von solcher Beschaffenheit, wie es gewöhnlich bei der Grünfütterung in Anwendung kommt; der zweite Schnitt, zur üblichen Zeit der Heuernte genommen, stellte ein unter günstigen Witterungsverhältnissen geworbenes Wiesenheu dar, während das zuletzt geerntete Futter bereits überständig und sehr grobstengelig war. Die Zusammensetzung der drei Heuarten, auf einen gleichmäßigen Wassergehalt von 15% berechnet, war folgende:

	1. Schnitt %	2. Schnitt %	3. Schnitt %
Wasser	15,0	15,0	15,0
Rohprotein	16,1	9,5	7,2
Rohfett	2,9	2,3	2,3
Rohfaser	21,0	29,6	32,4
Stickstofffreie Extraktstoffe	37,3	36,8	36,9
Mineralstoffe	7,7	6,8	6,2
Reinprotein	10,5	8,0	6,7
Amide	5,6	1,5	0,5
Desgl. in Prozent. des Rohproteins	34,8	15,8	6,9

2. Inkarnatklee (Trifolium incarnatum) in verschiedenen Entwicklungsstufen, nämlich am 17., 23. und 31. Mai, 16. Juni und 4. Juli geerntet.[2])

---

[1]) E. Wolff, Landw. Jahrbücher 8. Bd., 1879, S. 34.

[2]) J. M. Kunath, Untersuchungen über Grünfutterpflanzen in verschiedenen Entwicklungsstadien, Leipzig 1895.

	1. Blüten noch nicht sichtbar %	2. %	3. Anfang der Blüte %	4. Volle Blüte %	5. Samen reif %
Wasser in den frischen Pflanzen	87,9	86,1	85,7	78,8	62,0
Trockensubstanz	12,1	13,9	14,3	21,2	38,0
In der Trockensubstanz:					
Rohprotein	23,5	21,3	17,4	16,7	15,8
Rohfett	4,8	5,1	4,3	3,2	3,9
Rohfaser	27,3	26,6	35,3	39,4	40,1
Stickstofffreie Extraktstoffe . .	33,9	36,7	35,5	34,0	32,1
Rohasche	10,5	10,3	7,5	6,7	8,1
Reinprotein	14,8	13,5	11,1	10,7	11,2
Amide	8,7	7,8	6,3	6,0	4,6
Desgl. in Proz. des Rohproteins	37,0	36,6	36,2	35,9	29,1

3. Rotklee (Trifolium pratense) im 2. Vegetationsjahr,[1]) geerntet am 9., 17. und 23. Mai, 19. und 26. Juli und 23. August.

	1. Blütenstand nicht entwickelt %	2. Blüten kaum sichtbar %	3. Blüten sichtbar %	4. Blühend %	5. Volle Blüte %	6. Reif %
In den frischen Pflanzen:						
Wasser	88,0	88,2	87,1	77,5	77,3	65,2
Trockensubstanz . . .	12,0	11,8	12,9	22,5	22,7	34,8
In der Trockensubstanz:						
Rohprotein	29,2	24,5	23,1	21,4	17,3	17,0
Rohfett	5,0	5,6	5,2	5,5	4,4	5,1
Rohfaser	20,9	24,6	22,2	25,6	37,1	39,5
Stickstofffreie Extraktstoffe	33,6	33,2	38,3	38,4	32,9	31,1
Rohasche	11,3	12,1	11,2	9,1	8,3	7,3
Reinprotein	17,5	17,2	15,5	16,0	13,6	15,0
Amide	11,7	7,3	7,6	5,4	3,7	2,0
Desgl. in Prozenten des Rohproteins . . .	40,1	29,8	32,9	25,2	21,4	11,8

4. Weißer Senf (Sinapis alba), auf geringem Boden gewachsen und geschnitten am 8., 15., 22. und 29. Juni.[2])

	1. Blütenstände eben erschienen %	2. Beginn der Blüte %	3. Volle Blüte %	4. Ende der Blüte %
In den frischen Pflanzen:				
Wasser	87,0	83,6	81,1	77,6
Trockensubstanz	13,0	16,4	18,9	22,4

[1]) J. M. Kunath, a. a. O.

[2]) H. Troschke, Deutsche landw. Presse 1885, Nr. 12.

	1. Blütenstände eben erschienen %	2. Beginn der Blüte %	3. Volle Blüte %	4. Ende der Blüte %
In der Trockensubstanz:				
Rohprotein	16,7	12,1	10,4	8,1
Rohfett	3,6	3,0	3,4	3,2
Rohfaser	23,9	32,0	37,4	44,3
Stickstofffreie Extraktstoffe	45,2	44,4	41,5	37,9
Reinasche	10,6	8,5	7,3	6,5
Reinprotein	12,1	9,4	8,8	7,7
Amide	4,6	2,7	1,6	0,4
Desgl. in Prozent. des Rohproteins	27,5	22,3	15,4	4,9

5. Zuckerrübenblätter, zur gleichen Zeit geerntet.[1])

	1. Junge Herzblätter %	2. Ausgewachsene grüne Blätter %	3. Vergilbte Blätter %
Wasser	88,2	90,7	87,1
Trockensubstanz	11,8	9,3	12,9
In der Trockensubstanz:			
Rohprotein	31,4	18,7	8,0
Rohfaser	16,5	15,6	17,7
Stickstofffreie Extraktstoffe und Fett	39,4	45,4	43,0
Asche	12,7	20,3	31,3

6. Blätter der Buche (Fagus silvatica), in 7 Vegetationsperioden gesammelt.[2])

	7. Mai %	11. Juni %	14. Juli %	11. Aug. %	11. Sept. %	27. Okt. %	18. Nov. %
In den frischen Blättern:							
Wasser	76,7	59,8	56,4	49,3	52,6	49,6	59,5
Trockensubstanz	23,3	40,2	43,6	50,7	47,7	50,4	40,5
In der Trockensubstanz:							
Rohprotein	28,2	18,9	19,3	17,8	14,3	12,0	7,8
Rohfett	2,4	2,4	1,8	2,0	4,8	5,5	5,9
Stickstofffreie Extraktstoffe	50,2	52,5	49,5	49,0	50,6	50,4	49,4
Rohfaser	14,5	21,0	22,0	22,2	21,4	21,3	25,5
Reinasche	4,7	5,2	7,4	9,0	8,9	10,8	11,4

Aus diesen Analysen ergeben sich nachstehende Gesetzmäßigkeiten:

Junge Pflanzen oder Pflanzenteile sind in der Regel reicher an Wasser und enthalten in der Trockensubstanz mehr Reinprotein, stickstoffhaltige

---

[1]) Fr. Nobbe, Die landw. Versuchsstationen 4. Bd., 1862, S. 244.

[2]) L. Rißmüller, Die landw. Versuchsstationen 17. Bd., 1874, S. 17.

Verbindungen nicht-eiweißartiger Natur und Mineralstoffe, als ältere Pflanzen derselben Art. Mit der vorschreitenden Entwicklung der grünen Organe erfährt die Erzeugung stickstofffreier Substanz nach und nach eine bedeutende Steigerung, mit welcher die Aufnahme und Verarbeitung der stickstoffhaltigen und mineralischen Nährstoffe nicht gleichen Schritt zu halten vermag. Die Folge dieser einseitigen Vermehrung der stickstofffreien Extraktstoffe und Rohfaser ist, daß der Prozentgehalt an Stickstoffsubstanz und Asche in der Trockensubstanz allmählich abnimmt. Je weiter die Ausbildung der Stengel und Blätter ihrer Vollendung entgegengeht, um so mehr nehmen die stickstoffhaltigen Verbindungen nicht-eiweißartiger Natur, die in Eiweiß übergeführt werden, ab, und nur solche Pflanzen, welche, wie manche Leguminosen, nach der Blüte des Haupttriebes fortfahren Nebenzweige auszubilden, enthalten längere Zeit nach dem Erscheinen der Blüte noch einen ansehnlichen Teil ihrer Stickstoffsubstanz nicht in der Form von Eiweiß. Auch die neuerzeugte stickstofffreie Substanz unterliegt bedeutungsvollen Veränderungen, indem sie während des Wachstums zur Bildung und Verstärkung der Zellwandungen verwendet wird und dort behufs Erhöhung der Tragfestigkeit der Organe zum Teil in Holzsubstanz (Zellulose, Lignin, Kutin, Pentosane) übergeht.[1]) Ältere Pflanzen enthalten daher gewöhnlich sehr viel mehr Rohfaser als jüngere, und zwar ist dies ganz besonders der Fall bei den samentragenden Futterpflanzen, die ausnahmslos nach der Blüte stark verholzen, wogegen sich in den oberirdischen Teilen der Rübengewächse im ersten Vegetationsjahre eine Zunahme des Rohfasergehaltes weniger stark bemerkbar macht.

---

[1]) In welchem Umfange diese Veränderungen um die Zeit der Blüte vor sich gehen, lehren einige Untersuchungen von J. König und A. Fürstenberg mit Wiesengras und Rotklee (Zentralblatt f. Agrikulturchemie 37. Jahrg. 1908, S. 745). Die Pflanzen enthielten in der Trockensubstanz:

	Wiesengras			Rotklee		
	vor	in	nach	vor	in	nach
	der Blüte			der Blüte		
	%	%	%	%	%	%
Rohprotein	12,69	10,38	6,31	18,37	16,87	11,69
Rohfett	2,96	2,61	1,96	3,04	3,12	2,19
Stickstofffreie Extraktstoffe	31,47	28,77	30,99	35,09	34,29	33,98
Pentosane	20,64	22,65	22,93	13,53	14,21	16,10
Rohfaser	25,75	29,57	33,22	19,55	22,92	29,22
Bestandteile der Rohfaser: Reinzellulose	20,82	22,49	24,08	14,01	16,59	20,55
Bestandteile der Rohfaser: Lignin	3,86	6,01	8,25	4,49	5,32	7,05
Bestandteile der Rohfaser: Kutin	1,07	1,07	0,89	1,05	1,01	1,52
Asche	6,77	6,02	4,96	10,42	8,59	6,82

Mit der fortschreitenden Entwicklung der Pflanzen vermehrt sich daher innerhalb der Rohfaser das Lignin in stärkerem Maße als die reine Zellulose. — Die Untersuchungen der genannten Forscher erstrecken sich auch auf die Verdaulichkeit der beiden Futterarten in den 3 Entwicklungsperioden.

Über die Verdaulichkeit der in verschiedenen Vegetationsstadien geernteten Futterpflanzen liegt eine größere Anzahl exakt ausgeführter Fütterungsversuche vor. Einen Vergleich zwischen dem auf Weiden verzehrten Futter und den als Heu geernteten Pflanzen gewähren zunächst einige Untersuchungen H. Weiskes[1]), der im Jahre 1868 auf einem mit Rotklee, Wundklee und Gras bewachsenen Futterfelde, den Weidegang nachahmend, in der Zeit vom 24. April bis 10. Oktober die Pflanzen durch Menschenhand 14 mal abrupfen und sammeln ließ. Infolge sehr heißen und trocknen Wetters verzögerte sich in diesem Jahre der Nachwuchs, der Klee starb sogar nach und nach ganz aus, und das Feld bedeckte sich mit Gräsern. Auf anderen Teilstücken desselben Feldes wurden dagegen drei Schnitte, am 2. Juni, 8. August und 7. Oktober, gewonnen. — Im Jahre 1869 wiederholte man den Versuch auf einem anderen mit den gleichen Pflanzen bestellten Felde und führte das Abrupfen vom 24. April bis 24. August 12 mal aus; andere Teilstücke wurden am 8. Juni, darauf am 28. Juni gemäht, und die nachwachsenden Pflanzen noch dreimal, bis zum 1. September mit der Hand gerupft. Von der Fläche eines preußischen Morgens erntete man auf diese Weise an Nährstoffen:

	Trocken-Substanz kg	Roh-protein kg	Roh-faser kg	Stickstofffreie Extraktstoffe u. Fett kg	Mineral-stoffe kg
1868.					
Gerupft	1058	293	171	499	95
Dreimal geschnitten . . .	1785	375	468	804	138
1869.					
Gerupft	1061	288	177	501	95
Zweimal geschnitten und dann gerupft	1696	242	449	899	106

Das mehrmalige Abmähen lieferte also einen höheren Ertrag an stickstofffreien Extraktstoffen und Rohfaser, als das oft wiederholte Beweiden.[2])

Mit dem 1869 erhaltenen, ohne Verlust getrockneten Futter wurde weiterhin ein Ausnützungsversuch mit Schafen ausgeführt, wobei folgende Zahlen erlangt wurden:

	Organische Substanz	Roh-protein	Roh-faser	Stickstofffreie Extraktstoffe	Roh-fett
A. Zusammensetzung der Trockensubstanz in Prozenten:					
Gerupftes Futter . . .	90,9	27,1	16,7	42,0	5,1
Mähfutter	93,8	14,3	26,5	49,2	3,8

[1]) Beiträge zur Frage über Weidewirtschaft und Stallfütterung. Breslau 1871, S. 18.

[2]) Zu beachten ist bei diesem Vergleich, daß eine Düngung des Feldes durch die weidenden Tiere bei dem Abrupfen selbstverständlich nicht stattgefunden hat. Wenn auch kein nennenswerter höherer Ertrag an Pflanzenmasse, so wäre doch ein noch höherer Gehalt der Weidepflanzen an Stickstoffsubstanz zu erwarten gewesen, wenn eine solche Düngung Platz gegriffen hätte.

	Trocken-substanz	Roh-protein	Roh-faser	Stickstofffreie Extraktstoffe u. Fett	Mineral-stoffe
Verdauungs-Koeffizienten:					
Gerupftes Futter . . .	75,4	78,2	67,2	78,3	64,2
Mähfutter	62,6	61,4	48,7	70,5	62,6
Verdauliche Stoffe pro preuß. Morgen, in Kilogramm:					
Gerupftes Futter . . .	728	225	119	350	34
Mähfutter	1008	154	222	592	40

Das Weidefutter zeichnete sich hiernach vor dem durch zweimaliges Abmähen und darauffolgendem Weidegang geworbenen Futter dadurch aus, daß es fast den doppelten Gehalt an Rohprotein, einen größeren Gehalt an Fett und stickstofffreien Extraktstoffen besaß und dabei wesentlich ärmer an Rohfaser war. Diesen Eigenschaften entspricht die höhere Verdaulichkeit der durch Abrupfen gewonnenen Pflanzen. Dem gegenüber ergab das Abmähen zu üblicher Zeit und das darauffolgende Abweiden einen wesentlich höheren Gewinn an verdaulichen Nährstoffen, unter denen nur die Menge des Rohproteins durch das Weidefutter übertroffen wurde. Durch das häufige Abweiden stört man eben die Entwicklung der assimilierenden grünen Organe und erhält dadurch auf der einen Seite einen erheblich geringeren Massenertrag, auf der anderen Seite dagegen eine bessere Qualität des Futters.

Die Verdaulichkeit der Wiesenpflanzen bei fortschreitender Entwicklung hat E. Wolff in den Jahren 1874 und 1877 verfolgt. Indem wir uns auf die Betrachtung der im letztgenannten Versuchsjahr erlangten Ergebnisse beschränken, wiederholen[1]) wir, daß der erste Schnitt die Beschaffenheit des gewöhnlichen von Wiesen stammenden Grünfutters besaß, der zweite, zur üblichen Zeit der Heuernte genommen, einem gut eingebrachten Wiesenheu entsprach und der dritte Schnitt ein überständiges grobstengeliges Futter darstellte. Diese drei Heuarten wurden am Pferd und an Schafen auf ihre Verdaulichkeit geprüft, wobei mit letzterer Tiergattung folgende, auf gleichmäßigen Feuchtigkeitsgehalt (15%) der Heuarten berechnete Zahlen erhalten wurden.

(Siehe Tabelle S. 306.)

Mit dem zunehmenden Rohfasergehalt sinkt also, wie hier deutlich zutage tritt, die Verdaulichkeit. Würde man die drei Heusorten bei der Mast der Wiederkäuer verwerten wollen, so würde nach den S. 165 entwickelten Grundsätzen je 1 kg des ersten Schnittes 106, das zweiten 81 und des dritten 67 g Fett zum Ansatz bringen können. Dieser Verminderung der Qualität der Wiesenpflanzen steht aber bekanntlich ein starker Zuwachs an Masse gegenüber, der bis zur Zeit der Blüte stattfindet. In späteren Entwicklungsstufen der Gräser und vieler einjähriger krautartiger Pflanzen vermehrt sich der Ertrag an Trockensubstanz auf einer gegebenen Fläche jedoch nicht mehr, dagegen tritt, wie erwähnt, eine starke Verholzung und damit eine weitere Abnahme der Verdaulichkeit ein, und zur Zeit der Samenreife unterscheidet sich derartig überständiges Futter kaum

[1]) Vgl. hierzu die Angaben auf S. 287.

	Zusammensetzung in Prozent			Verdauungs-Koeffizienten			Prozentischer Gehalt an verdaul. Stoffen		
	1. Schnitt	2. Schnitt	3. Schnitt	1. Schnitt	2. Schnitt	3. Schnitt	1. Schnitt	2. Schnitt	3. Schnitt
Wasser	15,0	15,0	15,0	—	—	—	—	—	—
Rohprotein . .	16,1	9,5	7,2	73,3	72,1	55,5	11,8	6,8	4,0
Rohfett	2,9	2,3	2,3	65,4	51,6	43,3	1,9	1,2	1,0
Rohfaser . . .	21,0	29,6	32,4	79,5	65,7	61,1	16,7	19,8	19,8
Stickstofffreie Extraktstoffe . .	37,3	36,8	36,9	75,7	61,9	55,7	28,2	22,8	20,5
Mineralstoffe . .	7,7	6,8	6,2	—	—	—	—	—	—
Organische Substanz	77,3	78,2	78,8	75,8	64,3	57,5	58,6	50,3	45,3
Reinprotein[1]) . .	10,5	8,0	6,7	59,1	66,7	51,9	6,2	5,3	3,5
Amide	5,6	1,5	0,5	100	100	100	5,6	1,5	0,5
Desgl. in Proz. d. Rohproteins	34,8	15,8	6,9	—	—	—	47,5	22,1	12,5

noch von dem Stroh des Sommergetreides. Der geeignetste Zeitpunkt zur Heuernte ist also die **Blütezeit der Grasarten**; in dieser Periode geschnitten, liefern die Wiesen den höchsten Ertrag an verdaulichen Nährstoffen.

Ähnliche Versuche, wie hier mit Wiesenpflanzen, sind von G. **Kühn**[2]) auch mit **Rotklee** ausgeführt worden. Von drei Teilstücken eines gut bestandenen Kleefeldes wurde das eine am 20. Mai gemäht, als die grünen Blütenstände eben sichtbar wurden; die zweite Parzelle schnitt man, als der Klee in voller gleichmäßiger Blüte stand, am 7. Juni, und die dritte am 20. Juni, als $^2/_3$ der Blütenköpfe sich verfärbt hatten. Die Pflanzen wurden auf Reitern (Pyramiden) getrocknet; sie blieben zwar hier nicht ohne Regen, wurden aber doch gut eingebracht. Ein Fütterungsversuch mit Schnittochsen ergab die folgenden Zahlen, die auf einen gleichmäßigen Wassergehalt (16%) des Heues berechnet sind.

	Zusammensetzung			Verdauungs-Koeffizienten			Prozentischer Gehalt an verdaulichen Nährstoffen		
	1. Schnitt	2. Schnitt	3. Schnitt	1. Schnitt	2. Schnitt	3. Schnitt	1. Schnitt	2. Schnitt	3. Schnitt
Wasser	16,0	16,0	16,6	—	—	—	—	—	—
Rohprotein . . .	16,4	13,7	11,1	70,9	65,0	58,8	11,6	8,9	6,5
Rohfett	1,9	2,4	2,4	58,0	64,4	60,2	1,1	1,5	1,4
Rohfaser . . .	21,3	23,6	24,2	50,6	46,6	39,8	10,8	11,0	9,6
Stickstofffreie Extraktstoffe . .	35,9	37,8	40,6	70,2	68,4	66,3	25,3	25,9	27,0
Reinasche . . .	8,5	6,5	5,7	—	—	—	—	—	—
Organische Substanz	75,5	77,5	78,3	64,6	61,0	56,8	48,8	47,3	44,5

[1]) Die Amide sind als vollständig verdaulich angenommen worden.

[2]) Amtsblatt für die landw. Vereine Sachsens 1870, S. 90.

Auch hier sehen wir, wie mit dem Vorschreiten der Entwicklung eine allmähliche Abnahme der Verdaulichkeit verbunden ist. Besonders rasch fielen die Koeffizienten für das Rohprotein und die Rohfaser ab, während die stickstofffreien Extraktstoffe längere Zeit hindurch ziemlich gleich verdaulich blieben.[1]) — Nach Untersuchungen von E. Heiden[2]) werden nun vom Hektar an Kleeheu geerntet: zur Zeit der Knospung 3140 kg, bei voller Blüte 4100 und am Ende der Blüte 4450 kg. Legt man diese Zahlen zugrunde und schätzt den Gehalt des Rohproteins an Amiden in den 3 Schnitten zu 33, 25 bezw. 20% ein, so ergibt eine einfache Rechnung, daß an verdaulichen Nährstoffen erhalten wurden:

	Organische Substanz	Rohprotein	Reinprotein	Rohfett	Rohfaser	Stickstofffreie Extraktstoffe
1. vor der Blüte . . .	1532	364	194	35	339	794
2. volle Blüte	1939	365	225	62	451	1062
3. ausgangs der Blüte .	1980	289	190	62	427	1202

Nach den früher (S. 165) entwickelten Grundsätzen zur Berechnung des Zuwachses an Körpersubstanz bei der Mast würde je 1 kg lufttrockenes Heu an Körperfett zu erzeugen imstande sein:

vor der Blüte . . . . 79,5 g
in voller Blüte . . . . 78,6 „
ausgangs der Blüte . . . . . 73,7 „

und die gesamte Ernte würde, wenn sie als Zulage zu ausreichendem Erhaltungsfutter verfüttert wurde, an Körperfett zu produzieren vermögen:

vor der Blüte . . . . 250 kg
in voller Blüte . . . . 322 „
ausgangs der Blüte . . . . . 328 „

Man sieht hieraus, daß es gerechtfertigt ist, auch den Klee in der Blüte zu schneiden, denn wenn auch gegen Ende der Blüte ein nennenswerter Verlust an Gesamtnährstoff noch nicht eintritt, so vermindert sich doch einerseits der Gehalt an verdaulichem Roh- und Reinprotein recht empfindlich, und andrerseits nimmt auch die Schmackhaftigkeit der Pflanzen ab. Mit Recht betrachtet man daher den Ausgang der Blüte bei dieser Futterpflanze als den äußersten Zeitpunkt für die Ernte.

Eine andere schmetterlingsblütige Futterpflanze, die Serradella, wurde von H. Weiske[3]) in zwei Entwicklungsstufen auf ihre Verdaulichkeit geprüft. Ein mit dieser Pflanze bestandenes Feld war in 2 Teile geteilt worden, von denen der eine am 22. Juli in voller Blüte, der andere am 2. Oktober abgemäht wurde, zu welcher Zeit die immer noch voll blühende Serradella schon zahlreiche

---

[1]) Vergl. hierzu auch die Untersuchungen E. Wolffs über die Verdaulichkeit des in verschiedenen Entwicklungsstufen geernteten Rotklees (die landw. Versuchsstation Hohenheim 1870, S. 80).

[2]) Amtsblatt für die landw. Vereine Sachsens 1873, S. 7.

[3]) Journal für Landw. 30. Jahrg., 1882, S. 391.

Samen trug; einzelne der letzteren waren bereits ausgefallen und unter den alten Pflanzen aufgegangen. Die geerntete Substanz wurde ohne Verlust getrocknet und an einen Schafbock verfüttert. Für die Zusammensetzung und Verdaulichkeit wurden folgende Zahlen erhalten, die auf lufttrockene Substanz 16 % Feuchtigkeit berechnet sind.

	Zusammensetzung		Verdauungs-Koeffizienten		Prozentischer Gehalt an verdaulichen Nährstoffen	
	1. Schnitt	2. Schnitt	1. Schnitt	2. Schnitt	1. Schnitt	2. Schnitt
Wasser	16,0	16,0	—	—	—	—
Rohprotein	19,0	16,1	74,5	62,9	14,2	10,1
Rohfett	4,4	3,3	65,1	65,7	2,9	2,2
Rohfaser	24,9	30,0	49,7	37,0	12,4	11,1
Stickstofffr. Extraktstoffe	25,9	27,2	62,8	47,6	16,1	12,9
Reinasche	9,8	7,4	—	—	—	—
Organische Substanz	74,2	76,6	61,5	47,4	45,4	36,3

An Trockensubstanz waren von genau gleichen Flächen am 22. Juli 13,83, am 2. Oktober 17,15 kg geerntet worden; die Heuproduktion würde demnach in dem Verhältnis von 100 : 124 gestanden und die Produktion an verdaulichen Nährstoffen, der 1. Schnitt zu 100 kg Heu angenommen, betragen haben:

	Organische Substanz kg	Rohprotein kg	Rohfett kg	Rohfaser kg	Stickstofffreie Extraktstoffe kg
22. Juli	45,6	14,2	2,9	12,4	16,1
2. Oktober	45,0	12,5	2,7	13,8	16,0

Ein Vorteil ist aus dem späten Mähen somit nicht erwachsen, vielmehr ergibt die weitere Rechnung auch hier einen Ausfall im Produktionswerte des später geernteten Heues. Es würde nämlich an Körperfett entstehen können:[1])

aus 1 kg Heu, 1. Schnitt 70,4 g, mithin aus 100 kg Heu 7,0 kg
„ „ „ „ 2. „ 46,1 „ „ „ 124 „ „ 5,7 „

Der Zuwachs nach dem 2. Juli ist also mehr als ausgeglichen worden durch die Wertverminderung infolge der Verholzung des Futters.

Bei allen denjenigen Pflanzen, die zum Zwecke der Heugewinnung kultiviert werden und bei denen es darauf abgesehen ist, die größte Menge verdauliche Nährstoffe zu erzielen, hat sich nach den vorangegangenen Darlegungen als günstigster Zeitpunkt für die Ernte im allgemeinen die erste Hälfte der Blütezeit erwiesen. Erntet man früher, so sind die Pflanzen zwar prozentisch reich an verdaulichen Stoffen, aber die Menge der letzteren fällt zu niedrig aus; schreitet man umgekehrt erst einige Zeit nach der Blüte zur Ernte, so erhält

[1]) Der Gehalt an Amidsubstanz im Rohprotein ist hierbei zu 30 % im 1. und zu 25 % im 2. Schnitt gerechnet worden.

man zwar viel, aber ein geringwertigeres Futter. Bei diesem Widerstreit zwischen Qualität und Quantität des Produktes darf man als richtig hinstellen, daß eine etwas frühe Ernte jeder Verzögerung über die volle Blüte hinaus vorzuziehen ist. Wenige Tage reichen hin, die Verholzung soweit zu treiben, daß ein merklicher Verlust an verdaulichen Nährstoffen eintritt.

Was die Verfütterung bestimmter oberirdischer Teile der Rübengewächse betrifft, so ist für die Erntezeit kein großer Spielraum gelassen. Da hier die Blätter und das Kraut Nebenprodukte sind, so richtet sich die Ernte nach der vollen Ausbildung der Wurzeln, die bekanntlich beeinträchtigt wird, wenn man die grünen Organe vorzeitig entfernt.

b) Die Zusammensetzung und der Nährwert der Futterpflanzen steht ferner in gewissen Beziehungen zu der **Varietät** derselben. Zwischen den einzelnen Kulturformen einer und derselben Pflanzenart findet man oft Unterschiede in der Raschwüchsigkeit, in der Ausbildung besonders starker oder schwacher Stengel und Halme, sowie in der Verteilung der Masse auf Blätter, Stengel und Wurzeln. Da die Blätter der Verholzung weniger unterworfen und in der Regel auch proteinreicher sind, als die Halme und Stengel, so sind blattreiche Varietäten der Futterpflanzen den blattarmen vorzuziehen. Wie groß nämlich der Unterschied im Nährwert bei Blättern und Stengeln ist, geht aus folgenden Untersuchungen[1]) von badischem Frühmais hervor; es waren in der Trockensubstanz vorhanden:

	Roh-protein	Roh-fett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Roh-faser	Asche	Rein-Eiweiß
50 Tage alt.						
Halme	23,3	1,6	43,6	22,1	9,4	11,9
Blätter	26,0	2,8	40,4	23,2	7,6	17,9
70 Tage alt.						
Halme	11,3	1,3	57,7	24,2	5,5	6,3
Blätter	19,6	2,4	44,8	26,3	6,9	14,2
91 Tage alt.						
Halme	7,3	0,8	61,7	26,5	3,7	3,8
Blätter	19,1	2,3	45,4	24,8	8,4	15,2
112 Tage alt.						
Halme	6,0	0,8	62,2	27,1	3,9	3,5
Blätter	20,2	2,4	44,0	23,0	10,4	15,4

c) Die **Standweite** beeinflußt die Zusammensetzung der Futterpflanzen insofern, als weit auseinanderstehende Pflanzen zumeist stärkere Stengel und verhältnismäßig weniger Blätter bilden. Hiernach bringt eine zu schwache Aussaat nicht bloß einen geringeren Ertrag, sondern das geerntete Futter hat auch zumeist eine gröbere Beschaffenheit als bei Dicksaat. Durchgreifende Gültigkeit be-

---

[1]) R. Hornberger und E. v. Raumer, Landw. Jahrbücher 11. Bd., 1882, S. 359.

sitzt indessen diese Regel nicht, indem z. B. für den Grünmais nachgewiesen ist,[1]) daß die Verholzung der Stengel keineswegs mit dem Standraum zunimmt, der auf die einzelne Pflanze entfällt. Beim Futterbau wird man schon um deswillen der Dicksaat den Vorzug geben, weil diese stärkere Erträge liefert.

d) **Boden und Düngung** äußern einen hervorragenden Einfluß auf die Zusammensetzung der Futterpflanzen. Am stärksten tritt der Einfluß bei den Dauerwiesen und Weiden hervor, auf denen im Kampfe ums Dasein sich nur solche Pflanzenarten behaupten, welche die günstigsten Ernährungsbedingungen vorfinden. Der Feuchtigkeitsgehalt und die Wärmeverhältnisse, die Anwesenheit von Kalk, der Säuregrad des Bodens drücken der Flora einer jeden Wiese einen ganz bestimmten Charakter auf, der sich im Auftreten von Klee und Wickenarten, in dem Vorherrschen von Süßgräsern oder von Ried, Binsen, Schachtelhalmen usw. zu erkennen gibt. Nur tief eingreifende Kulturmaßregeln, wie Ent- oder Bewässerung, Kalkung, reichliche Düngung mit Thomasmehl und Kainit oder Aufbringung stickstoffreicher Düngemittel sind hier imstande, die Zusammensetzung der Flora zu ändern, wogegen die Aussaat anderer Pflanzengattungen ohne derartige Kulturmaßregeln fast immer ohne jeden Erfolg bleibt.

Unter den Regen- und Wärmeverhältnissen Mitteleuropas haben sich die lehmig-sandigen Bodenarten mit durchlässigem Untergrund nach allgemeinen Erfahrungen für den Pflanzen- und den Futterbau als die geeignetsten erwiesen; auf ihnen gehen hohe Durchschnittserträge mit hohem Nährwert und Schmackhaftigkeit des Futters parallel. Der Sandboden dagegen begünstigt wegen der ihm häufig mangelnden Feuchtigkeit die Verholzung des Futters und liefert schwankende Erträge, deren Proteingehalt je nach der Jahreswitterung stark wechselt; Trockenheit begünstigt den Proteinreichtum, Nässe bringt proteinärmere Pflanzen hervor. Auch auf den schweren, wenig durchlässigen, nassen und kalten Tonböden unterliegt der Ertrag großen Schwankungen, und das geerntete Futter hat in der Regel eine grobe Beschaffenheit und geringeren Nährwert. Ebenso wechselnd in Menge und Beschaffenheit sind die auf Moorboden gewachsenen Pflanzen, deren Art und Gedeihen in hohem Grade vom Grundwasserstande abhängig ist.

Welch bedeutenden Einfluß die Düngung auf die Beschaffenheit des Wiesenfutters auszuüben imstande ist, hat sich zuerst bei den Versuchen von J. B. Lawes und J. H. Gilbert in Rothamsted (England) gezeigt,[2]) woselbst man seit dem Jahre 1856 einzelne Parzellen einer und derselben Wiese (humus- und kalkhaltiger Lehmboden) alljährlich gesondert gedüngt hat. Im 3. Versuchsjahre (1858) hatte das geerntete Heu die nachfolgende botanische und chemische Zusammensetzung:

[1]) J. v. Moser, Bericht der landw. Versuchsstation Wien 1878, S. 159; S. W. Johnson und E. N. Jenkins, Ann. Rep. of the Connecticut Agr. Exp. Station 1889.

[2]) Journ. of the Royal Agr. Society of England 19. Bd., P. II und 20. Bd., P. I und II.

	Art der Düngung						
				Mineraldünger			
	Ungedüngt	Ammoniaksalze allein	Mineraldünger	+ 400 Pfd. Ammonsalz	+ 800 Pfd. Ammonsalz	Stallmist	Stallmist + Ammoniaksalze
Botanische Analyse.[1]							
Gramineen . .	76	89	72	97	97	88	80
Leguminosen .	5	2	23	—	—	4	2
Versch. Kräuter .	10	6	2	2	2	7	16
Chemische Analyse. In 100 Teilen Trockensubstanz:							
Rohprotein . .	10,2	12,2	10,2	9,5	13,2	8,7	9,6
Rohfett . . .	3,3	3,6	3,0	2,4	2,9	2,9	3,4
Stickstofffreie Extraktstoffe .	53,2	50,9	50,0	59,8	46,7	51,4	49,5
Rohfaser . . .	26,7	27,2	29,2	29,4	29,3	29,0	29,4
Asche	6,6	6,1	7,6	7,9	7,9	8,0	8,1

Wenn man die wahrscheinlich zutreffende Annahme macht, daß der Pflanzenbestand sich auf der ungedüngten Parzelle während der 3 Versuchsjahre nicht wesentlich geändert hat, und hiermit das quantitative Verhältnis der 3 Pflanzengruppen der übrigen Parzellen vergleicht, so erkennt man, daß die einseitige Zufuhr von Stickstoffdünger vor allem das Wachstum der Gramineen derart gesteigert hat, daß die Leguminosen und nicht grasartige Kräuter stark unterdrückt worden sind; andrerseits sieht man, wie die einseitige Zufuhr des Phosphorsäure, Kali, Natron, Magnesia und Kalk führenden Mineraldüngers ein kräftiges Gedeihen der Leguminosen auf Kosten der Gramineen und Kräuter zur Folge gehabt hat, eine Erscheinung, die nach Einführung der Wiesendüngung mit Kainit und Thomasmehl allenthalben wahrgenommen worden ist. — Was die chemische Zusammensetzung der Heuproben anbelangt, so zeigte sich, daß nur eine besonders reiche Stickstoffdüngung den Proteingehalt erhöhte, mäßige Gaben jedoch einen solchen Einfluß nicht hatten, weil dieselben von den Gramineen noch voll ausgenützt wurden und noch nicht als einseitiger Überschuß wirkten. Der Mineraldünger, allein gegeben, brachte den Stickstoffvorrat im Boden zur vollen Wirkung, d. h. dieser Vorrat konnte von den Gramineen und Kräutern wegen der Anwesenheit genügender Mengen mineralischer Nährstoffe in so umfangreicher Weise zur Produktion von stickstofffreier Pflanzensubstanz verwendet werden, daß der prozentische Proteingehalt trotz der günstigen Entwicklung der Leguminosen herabgesetzt wurde. Auch nach anderen Beobachtungen bringt die Kaliphosphatdüngung auf Wiesen nicht immer eine Erhöhung des prozentischen Proteingehaltes im Heu zuwege.

In noch höherem Grade als bei dem Wiesenfutter gibt sich der Einfluß der Düngung auf die Zusammensetzung bei denjenigen Pflanzen zu erkennen, die

[1]) Der an 100 fehlende Betrag bestand aus unbestimmbaren Blatt- und Stengelteilchen.

nicht zu den Leguminosen zählen und grün geerntet werden. Besonders ausgeprägt ist hier die Wirkung einer einseitigen Stickstoffdüngung, die sich schon an der dunkelgrünen Farbe und der breiten Gestalt der Blätter bemerkbar macht. Die extremsten Verhältnisse trifft man hier bei den auf Geilstellen gewachsenen Pflanzen an, die durchweg einen sehr hohen Gehalt an Stickstoffsubstanz aufweisen. Bei einem Kleegrasgemenge wurden z. B. die folgenden Zahlen für die Zusammensetzung der Trockensubstanz gefunden:[1])

	Rohprotein	Rohfett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfaser	Asche
Normalstellen	11,0	4,2	56,3	22,5	8,0
Geilstellen	20,3	4,8	41,3	26,6	7,0

Je reichlicher sich die Pflanzen mit Stickstoff versorgen können, um so höher ist freilich auch der Teil des Rohproteins, welcher auf nicht-eiweißartige Stickstoffsubstanzen entfällt. So fand der Verfasser[2]) in der Trockensubstanz vom italienischen Raygras:

	Rohprotein	Amide	Amide in Proz. des Rohproteins
Normalstellen	11,65 %	2,00 %	12,2
Geilstellen	30,46 „	7,11 „	25,3

Bleibt die Düngung mit Stickstoff innerhalb der in der Praxis üblichen Grenzen, so tritt selbstverständlich ihre Wirkung bei weitem nicht in dem Maße hervor, wie auf Geilstellen, wo Stickstoff den Pflanzen in großem Überschuß zur Verfügung steht. Grünmais, von demselben Felde, das teils Stallmist erhalten hatte, teils ungedüngt geblieben war, besaß z. B. folgende Zusammensetzung der Trockensubstanz:[3])

	Rohprotein	Rohfett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfaser	Asche
Gedüngt	11,8	3,3	46,7	30,0	8,2
Ungedüngt	9,6	3,1	51,6	30.0	5,7
Gedüngt	11,2	4,7	48,9	26,4	8,8
Ungedüngt	6,4	2,8	56,1	27,9	6,8

Eine Stickstoffdüngung, zu nicht leguminosenartigen Futterpflanzen gegeben, erhöht den Rohproteingehalt der Ernte in der Regel nur dann in beachtenswertem Umfang, wenn die Pflanzen außerstande sind, diesen Stickstoff zur Erzeugung organischer Substanz voll zu verwerten. Wenn es z. B. im Boden an Wasser oder an mineralischen Nährstoffen (Phosphorsäure, Kali) fehlt, so kann zwar die Pflanze den ihr dargebotenen Stickstoff aufnehmen, aber nicht eine dieser Aufnahme entsprechende Menge organische Substanz erzeugen. Die Folge solcher Verhältnisse ist ein hoher Proteingehalt in der geernteten Trockensubstanz. So kann es vorkommen, daß ungedüngte Pflanzen auf einem an mineralischen

---

[1]) H. Weiske, Zentralblatt für Agrikulturchemie 1. Bd., 1872, S. 50.
[2]) Landw. Jahrbücher 8. Bd., 1879, Suppl. S. 248.
[3]) H. Weiske, Der Landwirt 1873, S. 179; E. Peters, ebenda 1870, S. 35.

Nährstoffen nicht genügend reichen Boden einen höheren Gehalt an Stickstoffsubstanz zeigen, als solche Pflanzen, die eine Mineraldüngung allein oder neben einer schwachen Stickstoffdüngung erhalten haben. Sind ausreichend mineralische Dungstoffe vorhanden, so steigert innerhalb gewisser Grenzen die Stickstoffdüngung den Rohproteingehalt nicht,[1]) sondern erhöht nur den Gesamtertrag an Trockensubstanz.

In erheblich geringerem Umfange wird die Zusammensetzung grün geernteter Leguminosen von der Düngung betroffen. Da diese Pflanzen nur in der ersten Zeit nach der Keimung auf die Aufnahme gebundenen Stickstoffs aus dem Boden angewiesen sind, später aber durch Vermittlung der Knöllchenbakterien sich den freien Stickstoff der Luft zunutze machen, so bietet bei ihnen eine reiche Stickstoffdüngung keine Vorteile und wird daher auch in der Praxis nicht angewendet.

Auch aus den in einer Düngung vorhandenen Mineralstoffen können die Pflanzen mehr aufnehmen, als sie für die Produktion zu verwerten vermögen. In solchen Fällen der Luxuskonsumption, die sehr häufig zu beobachten sind, erhöht sich, denselben Gesetzen folgend, die wir schon in der Stickstoffdüngung berührt haben, in der Regel auch der Prozentgehalt an Mineralstoffen in der geernteten Substanz. So hat man z. B. gefunden, daß die Wiesenpflanzen nach Düngung mit leicht löslichen Phosphaten mehr als doppelt soviel Phosphorsäure aufweisen, als wenn eine solche Düngung nicht gegeben wird,[2]) ein Umstand, der, wie wir (S. 180) gesehen haben, bei der Fütterung eine nicht zu unterschätzende Bedeutung erlangen kann. Ebenso läßt sich zuweilen der Kalkgehalt, namentlich der Leguminosen, durch Zufuhr kalkhaltiger Düngemittel beträchtlich steigern,[3]) wie denn auch die anderen Bestandteile der Asche der grünen Pflanzen (Kali, Natron, Schwefelsäure, Chlor) vielfach Beziehungen zum Boden und der Düngung aufweisen.

e) Die **Witterung** während des Wachstums der Pflanzen drückt dem geernteten Futter einen bestimmten Charakter auf. Nicht bloß wirken die Menge und Verteilung der Niederschläge, die Erwärmung und Belichtung der mit Futterpflanzen bestandenen Flächen auf die Höhe der Erträge ein, sondern diese Verhältnisse sind auch bestimmend für die Zusammensetzung des Futters. In nassen Jahren werden die Pflanzen gewöhnlich wasserreicher und damit nährstoffärmer, sie wachsen rasch in die Höhe und vermehren dabei die rohfaserreichen Stengelteile auf Kosten der wertvolleren Blätter. Tritt auch noch kühleres Wetter hinzu mit mangelnder Besonnung, so leidet die Assimilation, es wird dann weniger an Stärkemehl, Öl und anderen stickstofffreien Substanzen erzeugt, und das Futter bleibt kraftlos. Trockenheit erzeugt hingegen kürzere, gedrungenere Pflanzen, die um die Wasserverdunstung einzuschränken, rasch ver-

---

[1]) Siehe hierzu die Wiesendüngungsergebnisse auf S. 311.

[2]) J. König, 1. Bericht der Vers.-Stat. Münster 1871—77, S. 136 und 2. Bericht 1878/80, S. 47.

[3]) W. Hoffmeister in E. Wolff, Aschenanalysen, II. Teil, 1880, S. 30.

holzen und kleinere Blätter bilden. Da anhaltende Dürre ferner die Mineralstoffaufnahme aus dem Boden herabsetzt, so wird ein kalk- und phosphorsäurearmes Futter erzeugt, das zu Knochenerkrankungen Veranlassung geben kann (S. 179).

Wir treten nunmehr in eine Beschreibung der verschiedenen Grünfutter- und Heuarten ein.

1. Futter von Weiden und Wiesen. — Die Qualität des Futters, welches auf den natürlichen Grasländereien erzeugt wird, hängt in erster Linie von der Art der Pflanzen ab, die sich auf dem betreffenden Boden angesiedelt haben.[1]) Vom praktischen Standpunkte kann man die Wiesen- und Weidepflanzen in drei Gruppen einteilen, nämlich 1. die grasartigen Gewächse, 2. die Schmetterlingsblütler und 3. die verschiedenen Familien angehörigen Kräuter (Lippen-, Dolden-, Kopfblütler usw.). Unter diesen zählen fast sämtliche Schmetterlingsblütler ihrem Nährstoffgehalt und ihrer Verdaulichkeit nach zu den besten Futterpflanzen und auch unter den Kräutern finden sich viele, wie die Bibernelle (Pimpinella saxifraga), der Kümmel (Carum carvi), der Quendel (Thymus serpyllum), die Skabiosen (Centaurea Scabiosa), die Becherblume (Sanguisorba minor), die ein wertvolles Futter liefern. Unter den grasartigen Gewächsen, zu denen die echten Gräser (Gramineae) oder Süßgräser, die Halb- oder Sauergräser (Cyperaceae), auch Scheingräser genannt, und die binsenartigen Gewächse (Juncaceae) zu rechnen sind, zeichnen sich vor allem die Süßgräser durch ihren Nährwert und ihre Bekömmlichkeit aus; zu diesen letzteren gehören das Raygras (Lolium), die Rispengräser (Poa), der Wiesenhafer (Avena), der Wiesenschwingel (Festuca), das Timotheegras (Phleum), das Ruchgras (Anthoxanthum), das Honiggras (Holcus), das Knaulgras (Dactylis), der Wiesenfuchsschwanz (Alopecurus), die Trespe (Bromus), die in verschiedenen Spezies an der Flora der Wiesen und Weiden teilnehmen. Im Gegensatz zu diesen drücken die den Schein- und Riedgräsern angehörigen Arten, manche Seggen (Carex), die Simsen (Scirpus) und die Binsen (Juncus), sowie andere, an ähnlichen Standorten wie diese, auftretenden Gewächse, zu denen noch die Schachtelhalme und Moose hinzukommen, den Nährwert des Futters herab und führen bei reichlichem Verzehr zu Gesundheitsstörungen.

Bei der Bewertung des Wiesenfutters im Handel spielt die botanische Zusammensetzung eine führende Rolle, wie z. B. die folgenden, von F. Schindler[2]) gewonnenen Zahlen darlegen.

---

[1]) A. Mayer, Journal für Landw. 32. Bd., 1884, S. 185; L. Wittmack, Beurteilung des Pferdeheues, Gera-Untermhaus 1889 und die botanische Wertschätzung des Heues, ebenda 1889; Joh. Leunis' Synopsis der Pflanzenkunde, von A. B. Frank, Hannover 1883, S. 844.

[2]) Zentralblatt für Agrikulturchemie 14. Bd., 1885, S. 459 u. 20. Bd., 1891, S. 183.

	Bergheu	Wiesenheu	Slowakisches Heu	Ungarisches Heu
Marktpreis pro 100 kg in M	8,50	6,46	5,90	4,42
Botanische Zusammensetzung:				
Leguminosen	19,3	8,9	1,9	0,0
Sauergräser[1]	2,1	12,6	35,0	44,8
Süßgräser	51,3	54,5	34,7	40,9
Anderes (Rest)	27,3	24,0	28,4	14,3

Je höher der Gehalt an Leguminosen und je niedriger derjenige an Sauergräsern und verwandten Pflanzen, um so höher stellte sich der Marktpreis. Die botanische Analyse, welche sich nur auf die genannten 4 Gruppen auszudehnen braucht, liefert für die praktische Beurteilung des Wiesenfutters eine jedenfalls brauchbarere Unterlage, als die chemische Untersuchung auf Rohnährstoffe. Wenn man auch im allgemeinen sagen kann, daß unter dem auf gut angelegten entwässerten Wiesen und Weiden gewonnenen Futter unter sonst gleichen Umständen demjenigen der Vorzug zu geben sein wird, welches am reichsten an Protein und am ärmsten an Rohfaser ist, so läßt diese Regel doch im Stich, wenn es sich um einen Vergleich zwischen Futterarten handelt, in denen Sauergräser in extrem schwankenden Mengenverhältnissen auftreten. Bei kaum einem anderen Futter ist eben die Form, in welcher die Nährstoffe gekleidet sind, einer größeren Mannigfaltigkeit unterworfen, als bei den Produkten der permanenten Grasländereien. Unter Hunderten von verschiedenen Pflanzen gewinnt hier je nach Boden und Klima bald die eine, bald die andere Gruppe oder Art das Übergewicht, jede Spezies besitzt eine andere Zusammensetzung und Verdaulichkeit und ändert sich im Futterwerte mit vorschreitendem Alter. Daß unter solchen Umständen die chemische Analyse allein nicht imstande ist, den Nährwert eines Weide- oder Wiesenfutters genau zu charakterisieren, kann nicht wundernehmen; sie würde aber gewiß die ihr gestellte Aufgabe leichter lösen können, wenn sie stets mit einer botanischen Untersuchung verbunden würde und namentlich, wenn die Verdaulichkeitsverhältnisse der hauptsächlichsten Pflanzenfamilien, welche auf Weiden und Wiesen vorkommen, etwas näher erforscht wären. In letzterer Beziehung besteht zurzeit besonders bei den minderwertigen Futterpflanzen ein recht fühlbarer Mangel.

Man weiß, daß die sauren Gräser verhältnismäßig früh große Mengen Kieselsäure in ihren Geweben aufspeichern und infolge ihrer harten und scharfen Beschaffenheit einen starken Reiz auf die Schleimhäute des Verdauungskanals ausüben. Der Verfasser beobachtete z. B., daß der dauernde Verzehr einer die unbebauten Hochflächen Ostasiens vielfach überziehenden schilfartigen Pflanze (Imperata arundinacea) bei dem Versuch, diese Ländereien mit Vieh zu besetzen, durchweg Entzündungen der Verdauungsorgane herbeiführte. Neuerdings ist von K. Holy[2]) nachgewiesen worden, daß die stark verkieselten Zähnchen der Cyperaceen

[1]) In dieser Gruppe sind auch die binsen- und schilfartigen Gewächse einbezogen.
[2]) Berichte aus d. physiol. Lab. des landw. Inst. d. Univ. Halle, 18. Heft, 1907.

in der Tat starke Reizungen der Schleimhäute und Drüsen, oft sogar Verletzungen der Schleimhäute verursachen, und daß infolge dieser Reizwirkung sowohl der Eiweißumsatz im Tierkörper als auch die Ausscheidung stickstoffhaltiger Stoffwechselprodukte im Kote zunimmt. Es wird also hierdurch die Eiweißversorgung des Körpers herabgesetzt. Auch einzelne Angehörige der echten Gräser (Gramineen), welche zahlreiche stark ausgebildete und stark verkieselte Zähnchen oder nadelartige Trichome besitzen, rufen die geschilderten Nachteile hervor und bewirken bei ausschließlicher Fütterung einen so starken Eiweißzerfall, daß das aus ihnen verdaute Eiweiß nicht ausreicht, den Umsatz zu decken. Hierzu gehören z. B. das Knaulgras (Dactylis glomerata), der Wiesenhafer (Avena pratensis), der Riesenschwingel (Festuca gigantea) und Molinia stricta. Andrerseits gibt es Carex-Arten (Seggen), welche als Futterpflanzen höher geschätzt werden dürfen als manche Süßgräser, die man sonst für gute Futterpflanzen hält; zu solchen Carex-Arten gehören z. B. die filzfrüchtige Segge (Carex tomentosa), die Hirsensegge (Carex panicea) und die zweihäusige Segge (Carex dioica), die sämtlich wenig zahlreiche, verhältnismäßig kleine Blattrandzähnchen mit schwach verkieselten Wänden haben. Die dickwandigen, ungemein stark verkieselten Zähnchen der häufig auf sauren Wiesen wachsenden groben Carex-Arten, wie der Flaschensegge (Carex ampullacea), der Spitzsegge (Carex acuta), der Fuchssegge (Carex vulpina) usw. gehören dagegen zu den die Schleimhäute stark reizenden Pflanzen. Wir erkennen aus diesen Beobachtungen Holys wiederum, wie wichtig es ist, bei der Beurteilung des Futterstoffes nicht einseitig nach dem Nährstoffgehalt zu verfahren, sondern auch die nicht minder wichtige morphologische Beschaffenheit der Pflanzen zu berücksichtigen.

Das Futter von Weiden und Wiesen gelangt teils in frischem Zustande, teils getrocknet oder in irgend einer Weise konserviert zum Verzehr. Da dasselbe im saftigen Zustande wegen seiner zarteren Beschaffenheit der Zerkleinerung im Munde und Magen weniger Widerstand entgegensetzt, als trocken verfüttertes Heu, so muß es als Bestandteil des Produktionsfutters, in Form von Grün-, Sauer- oder Preßfutter verabreicht, eine bessere Wirkung ausüben, als gleich zusammengesetztes und gleichalteriges Dörrfutter (S. 165). Zu diesen Vorzügen gesellen sich noch mehrere andere. Einerseits kommen bei der Grünfütterung die Verluste in Wegfall, welche bei der Heuwerbung oder bei der Gärung in Gruben oder Feimen entstehen (S. 226 ff.), andrerseits zeichnen sich die grünen Pflanzen durch eine anregende diätetische Wirkung aus, die sie auf alle landwirtschaftlichen Nutztiere ausüben. Es wäre nach allem ein schwerer wirtschaftlicher Fehler, wollte man da, wo nicht zwingende Gründe vorliegen, Grünfutter in Dürrheu umwandeln oder der Gärung in Gruben und Feimen überantworten.

Grüne Pflanzen lassen sich zwar an alle landwirtschaftlichen Nutztiere verfüttern, nur sind je nach der Eigenart der Tiere und der Futterpflanzen gewisse Einschränkungen geboten. Zunächst ist immer, wenn man von der Winterfütterung zur Grünfütterung übergeht, ein schroffer Wechsel, der regelmäßig zu Durchfällen führt, zu vermeiden. Auch sonst ist Vorsicht geboten, da Grünfütterung bei Pferden, Rindern und Schafen infolge massenhafter Gasentwicklung zuweilen

Aufblähen verursacht. Besonders häufig treten solche Beschwerden auf, wenn beregnetes oder mit Tau befeuchtetes Grünfutter verabreicht wird, oder wenn frisch gemähtes Futter, in zu große Haufen gelegt, sich erhitzt oder zu lange liegen bleibt, sowie wenn gleich nach dem Verzehr oder während des Fütterns getränkt wird. Am gefährlichsten sind in dieser Hinsicht die Kleearten, aber auch alle anderen Grünfutterpflanzen können bei mangelnder Vorsicht Aufblähen bewirken. — Bei der Verabreichung von Grünfutter ist weiter zu bedenken, daß dasselbe ein sehr wässeriges Futter darstellt und bei alleiniger Verabreichung alle diese Nachteile mit sich bringt, welche bei übermäßigem Wassergenuß hervortreten (s. S. 185). Bei dem geringen Trockensubstanzgehalte sind sehr große Futtermassen zu bewältigen, welche die Verdauungsorgane schwer belasten und bei jungen Tieren zu einer ungebührlichen, bleibenden Ausdehnung des Bauches führen. Aus diesen Gründen kann man bei der Aufzucht edler Rassen mit der Weide- und Grünfütterung leicht zu weit gehen, und auch bei erwachsenen Tieren, namentlich bei Pferden, ist hier eine gewisse Einschränkung geboten; die große Last des Futterbreies muß mitgeschleppt werden, sie beengt die Respirationsorgane und ruft übermäßige Schweißbildung hervor. Im übrigen sind mäßige Gaben grüner Pflanzen ihrer diätetischen Wirkung wegen auch hier durchaus am Platze. — Schweine vertragen wasserreiches Futter dagegen sehr gut und gedeihen auch bei der Aufzucht mit Grünfutter als Hauptnahrung vortrefflich. Am besten eignet sich das Weide- und Grünfutter für das Rind, namentlich für das Milchvieh, dem man freilich je nach dem größeren oder geringeren Proteingehalt des Futters Stroh oder konzentrierte Futterstoffe nebenher zu verabreichen hat, um die Zufuhr an verdaulichen Nährstoffen den Bedürfnissen der Tiere anzupassen. Letzteres gilt sowohl für den Weidegang wie für die Stallfütterung und namentlich für die Fütterung mit jungem Klee und Luzerne, die ihres Proteinreichtums wegen immer mit Stroh oder geringwertigem Heu verschnitten werden sollten. Schafe sind an geringere Wasseraufnahme gewöhnt und nehmen mit dem minder nährkräftigen Futter auf spärlichen Weiden und Stoppeln fürlieb.

Die Zuteilung der Grünfutterration wird oft erschwert durch den wechselnden Wassergehalt, mit welchem die Pflanzen in den Stall gelangen. Bei trocknem Wetter verläuft zwar die Trockensubstanz-Zunahme wachsender Pflanzen nicht so unregelmäßig, als daß man diesen Umstand nicht einigermaßen berücksichtigen könnte; so stellte sich z. B. bei Grünklee der Trockengehalt in 3tägigen Perioden bei gleichmäßiger Witterung auf folgende Durchschnitte:[1])

I. Schnitt.		II. Schnitt.	
12.—14. Juni	18,8%	8.—10. Juli	21,8%
15.—17. „	20,1 „	11.—13. „	20,5 „
18.—20. „	22,4 „	14.—16. „	24,1 „
21.—23. „	24,2 „	17.—19. „	21,4 „
24.—26. „	26,6 „	20.—22. „	23,9 „
27.—29. „	26,2 „	23.—25. „	28,7 „
20. Juni bis 2. Juli . . .	22,3 „	26.—28. „	30,9 „

[1]) G. Kühn, Journal für Landw. 17. Jahrg., 1869, S. 78.

Bei wechselndem Wetter wurden die Unterschiede aber bedeutend größer; es wurde nämlich an Trockensubstanz im selben Klee gefunden:

am 10.	Juli,	gut und trocken eingebracht	24,6 %
„ 11.	„	naß eingebracht	19,5 „
„ 13.	„	trocken „	24,5 „
„ 16.	„	nach anhaltendem Regen, naß . . .	21,9 „
„ 23.	„	betaut	20,5 „
„ 24.	„	nach starkem Regen, völlig naß . .	16,6 „
„ 25.	„	noch naß	20,2 „

Unter solchen Verhältnissen muß man sich auf dem Wege der Schätzung zu helfen suchen, so gut oder schlecht es eben geht. Andere Anhaltspunkte als die oben angeführten fehlen leider vollständig und dürften auch schwerlich zu beschaffen sein.

a) Weidefutter. — Das Futter, welches auf Dauerweiden wächst, ist sowohl in botanischer, wie in chemischer Beziehung anders zusammengesetzt, wie ein gleichaltriges Pflanzengemenge, das auf nicht beweideten Wiesen gleicher Lokalität vorkommt. Manche Pflanzenarten, worunter namentlich Kleearten und Kräuter, vertragen eben die häufige Verletzung ihrer oberirdischen Teile nicht, sie sind weniger regenerationsfähig und machen daher bald anderen Arten Platz.[1]) Da ferner jüngere Pflanzenteile besonders reich an Mineralstoffen sind, so stellt das Abweiden höhere Anforderungen an den Nährstoffgehalt des Bodens und an die Tätigkeit der Wurzeln. Demzufolge ist auch die Menge und Güte des Weidefutters in besonders hervortretendem Grade abhängig von den Boden- und klimatischen Verhältnissen, derart, daß man auf die Fläche eines Hektars auf den besten Weiden in den Flußniederungen bis 3 Kühe (über 1500 kg Lebendgewicht), auf geringwertigem Boden aber nur 0,6—1 Kuh zu ernähren vermag.

In bezug auf die Menge des Futters, das auf gleicher Fläche erzeugt wird, stehen selbstverständlich die Weiden hinter den Wiesen weit zurück. Die immer wiederkehrende Entnahme der grünen Organe, in denen ja allein organische Substanz neu gebildet wird, verhindert es, daß Licht und Wärme von den Weidepflanzen voll ausgenützt werden, während auf Wiesen, die nur 2- oder 3mal gemäht werden, den Pflanzen Zeit gelassen ist, eine viel größere assimilierende Oberfläche zu entwickeln. Um diese Verhältnisse durch Zahlen zu belegen, hat man die Erträge verglichen, die durch verschieden häufiges Abrupfen oder Mähen gewonnen werden. So hat z. B. H. Joulie auf der Versuchswiese zu Verrières von 2 gleichgroßen und gleichbeschaffenen Flächen auf der einen 2, auf der anderen 6 Schnitte genommen und dabei an Futter erhalten:

in 2 Schnitten	42 850 kg	frisches Gras mit	68 % Wasser	= 13 807 kg	Trockensubstanz
„ 6 „	53 473 „	„ „	„ 83 „ „	= 9 304 „	„

Das häufigere Abmähen hat hier also den Ertrag an Trockensubstanz um

[1]) A. Emmerling und L. A. Weber, Dauerweiden in den Marschen Norddeutschlands, Arbeiten der deutschen Landw.-Gesellsch., Heft 61, 1901.

32,6% vermindert. Ähnliche Zahlen erhielt auch H. Weiske bei Untersuchungen von Kleegras (S. 304).

Das Weidefutter zeigt alle die Eigenschaften, die wir für jüngere Pflanzen (S. 303) bereits angegeben haben: einen hohen Gehalt an Wasser in der frischen Substanz, einen beträchtlichen Gehalt der Trockensubstanz an Rohprotein, welches aber viel Stickstoffsubstanz nicht-eiweißartiger Natur einschließt, einen niedrigen Gehalt an Rohfaser, die wenig verholzt ist, und relativ viel Phosphorsäure und Kalk. Gutes Weidefutter steht in seinem Nährwert kaum oder nur wenig hinter den konzentrierten Futtermitteln zurück; in seiner Trockensubstanz enthält es 10—14% verdauliches Eiweiß bei nur 16—22% Gesamt-Rohfaser und würde dieser Beschaffenheit und seiner hohen Verdaulichkeit nach einen Produktionswert besitzen, der auf 100 kg Trockensubstanz bezogen 15—16 kg Körperfett beträgt, also dem mancher Zerealienkörner kaum nachsteht.

b) Wiesengras, Wiesenheu und Grummet. — Zu der Zeit, in welcher man den Wiesen Grünfutter zu entnehmen pflegt, sind die Pflanzen in ihrer Entwicklung in der Regel schon etwas vorgeschritten und daher reicher an stickstofffreien Bestandteilen und Rohfaser, ärmer dagegen an Protein als in dem jugendlichen Zustande der Weidepflanzen. Anhaltspunkte zur Beurteilung ihres Nährwertes bieten die (S. 306) bereits angeführten Untersuchungen E. Wolffs, in welchen die Zusammensetzung und Verdaulichkeit des Wiesenfutters in verschiedenen Vegetationsstadien festgestellt worden ist.

Das Wiesenheu weist aus Gründen, die bereits früher (S. 314) dargelegt worden sind, wohl unter allen Futterstoffen die größten Unterschiede im Nährwert auf. Auf der einen Seite kann bei verspäteter Werbung und ungünstigem Wetter ein Heu gewonnen werden, das in seiner Nährwirkung noch hinter gutem Futterstroh zurücksteht, auf der anderen Seite liefern sachgemäß behandelte Niederungswiesen bei früher Ernte eine Pflanzenmasse, die in ihrer Beschaffenheit gutem Weidegras nahe kommt. Ein Wiesenheu bester Qualität soll aus einem Gemenge feiner zarter Pflanzen bestehen, unter denen die Leguminosen und Süßgräser vorherrschen; es soll zur Zeit der beginnenden Blüte der Gräser geschnitten und bei gutem Wetter soweit getrocknet sein, daß die Stengel bei der Berührung nicht ohne weiteres brechen; es soll ferner blattreich sein, einen angenehmen aromatischen Geruch besitzen und keinen Schlamm oder Staub enthalten.

Das beste Heu wird auf sonnigen, nicht zu feuchten Berg- und Alpenwiesen gewonnen, deren Grasbestand einen kurzen, dichten, mit vielen würzigen Kräutern durchsetzten Rasen bildet; derartiges Heu zeichnet sich weniger durch einen hohen Proteingehalt, als durch seine zarte Struktur, seinen niedrigen Gehalt an Rohfaser, sowie durch vortreffliches Aroma aus und wird in seiner Nährwirkung selbst von dem besten Produkt der Talwiesen nicht erreicht. Am anderen Ende der Wertigkeit steht das auf feuchten Waldwiesen oder auf versauertem Boden gewonnene Heu, das zum großen Teile aus Sauergräsern bestehend, in seiner groben, würzelosen Beschaffenheit unvermischt und unzubereitet nicht gern verzehrt wird. Auch das Heu von Rieselfeldern, wenngleich aus guten Gräsern

bestehend, wird wegen seiner Grobstengeligkeit und geringen Schmackhaftigkeit am besten im Gemisch mit gutem Heu verabreicht. Der reichlichen Versorgung der Rieselfelder mit Stickstoff entsprechend ist das daselbst gewonnene Gras und Heu[1]) verhältnismäßig reich an Rohprotein und übertrifft in dieser Hinsicht sogar meistens die schmetterlingsblütigen Futterpflanzen, indem sich in der Trockensubstanz 16—24, durchschnittlich 20% Stickstoffsubstanz vorfinden, worin indessen 3,5—6,8, durchschnittlich 5,0% nicht in der Form von Eiweiß enthalten sind. In Verbindung mit der reichlichen Fäkaldüngung steht ferner ein hoher Gehalt an Salpeter und Kochsalz, indem an ersterem bei der Untersuchung zweier Rieselheuproben 3,89 bezw. 4,0%, an letzterem 2,87 bezw. 2,29% gefunden wurden. Die ausschließlich mit diesem Heu gefütterten Tiere ließen daher auch ein starkes Durstgefühl erkennen und sonderten auffallend große Mengen Harn ab. Das Heu von älteren Rieselfeldern ist der reichlichen Düngerzufuhr entsprechend in der Regel ziemlich reich an Phosphorsäure, enthält aber wenig Kalk, offenbar weil infolge der umfänglichen Nitrifikation im Boden und infolge des hohen Kochsalzgehaltes der zufließenden Fäkalien eine allmähliche Auslaugung des Kalkes aus dem Boden stattfindet.

c) Grummet. — Bei günstiger Witterung geerntet, zählt das Grummet zu den besten Heusorten. Da es aus jüngeren Pflanzenteilen besteht, als das zur gewöhnlichen Erntezeit gewonnene Wiesenheu, so übertrifft es, unbeschädigt eingebracht, letzteres in jeder Beziehung. Oft aber herrscht gerade zur Zeit der Grummeternte kühles, regnerisches Wetter, und da jüngere Pflanzen reicher sind an wasserlöslichen Stoffen, außerdem ein zarteres Gefüge besitzen, so bleibt infolge von Abbröckelung und Auslaugung häufig der beste Teil des Grummets auf der Wiese zurück.

Das aus Wiesenpflanzen hergestellte Dürrheu steht, wie bekannt, in der Landwirtschaft in allgemeinster Verwendung. In der Regel weist man das kürzeste, zarteste, auf trockenem Boden gewachsene Heu dem Jungvieh und den Schafen zu, während die längeren grobstengeligen Sorten dem Rindvieh und das Heu mittlerer Beschaffenheit den Pferden vorbehalten bleiben. Schweine verweigern die Aufnahme von Dürrheu auch nach dem Aufweichen und nützen, wenn sie zum Verzehr gezwungen werden, derartiges Futter sehr schlecht aus.

2. Grüne Pflanzen des Roggens, Weizens, des Hafers und der Gerste, welche zuweilen zur Verfütterung gelangen, kommen im Nährwert etwa den Süßgräsern gleich, erreichen aber nicht die Schmackhaftigkeit guten Wiesenfutters. Man pflegt den Roggen und Weizen spätestens zu schneiden, bevor die Ähren erscheinen, begrannte Gerste wegen ihrer Grannen noch früher, während der Hafer in jedem Entwicklungsstadium als Futter genützt wird.

3. Auch die Grasarten, wie Raygras, Timotheegras, Knaulgras, Rispengras, welche auf dem Felde angesät werden, liefern je nach ihrem Alter ein Grünfutter oder Heu, das zwar etwas weniger schmackhaft, aber ebenso nährkräftig ist,

[1]) J. Volhard, Landw. Versuchsstationen 68. Bd., 1908, S. 11; P. Ehrenberg, ebenda S. 19; K. Friedlaender, ebenda 69. Bd., 1908, S. 245.

wie gleichaltriges Wiesenfutter. — Dasselbe gilt von den Hirsearten, von denen der Mohar des öfteren zur Futtergewinnung angebaut wird.

4. Der Grünmais stellt im Vergleich zu den übrigen Futtergräsern ein ziemlich wasserreiches proteinarmes Futter dar, das aber wegen seines bemerkenswerten Zuckergehaltes (4—6%) sehr gern verzehrt wird. Da er im jugendlichen Zustande bis zu 90% Wasser enthält und überdies rasch wächst, so schneidet man ihn nicht zu früh, am besten in der Zeit vom Erscheinen des Blütenstandes an bis zur vollen Blüte. Unter den verschiedenen Maissorten liefern die frühen Varietäten (badischer, italienischer und ungarischer Mais) ein etwas nährstoffreicheres, weniger verholztes und schmackhafteres Futter, als der spät reifende Pferdezahnmais. — Der Sorgho oder die Zuckermohrhirse bildet ein dem Mais verwandtes, etwas weniger grobstengeliges, noch zuckerreicheres Grünfutter und läßt unter günstigen Verhältnissen mehrere Schnitte zu. In ganz jungem Zustande gibt er, wie auch grüne Leinpflanzen, im Magen zur Bildung der sehr giftig wirkenden Blausäure (S. 7) Veranlassung, während er später ganz unschädlich ist. [1])

5. Der Rotklee, dessen Zusammensetzung und Verdaulichkeit in seinen verschiedenen Entwicklungsstadien wir bereits angegeben haben (S. 301 u. 306), stellt in jugendlichem Stadium, grün verfüttert, ein außerordentlich nährkäftiges, sehr proteinreiches Futter dar. Kurz vor der Entwicklung seines Blütenstandes enthält er in der Trockensubstanz bis zu 30% Rohprotein, wovon allerdings nur etwa zwei Dritteile in Form von Eiweiß enthalten sind; daneben weist er nur gegen 20—22% Rohfaser auf, ist aber in frischem Zustande sehr wasserreich. Von diesem Stadium an bis zur Blüte wird er zumeist als Grünfutter verwendet und ändert natürlich in dieser Zeit seine Zusammensetzung. Hat er die Blüte erreicht, so sagt er den Tieren, als Grünfutter allein verabreicht, nicht mehr recht zu und wird dann meist zu Heu gemacht. Unter normalen Wachstumsverhältnissen zeichnet sich der zweite Schnitt des Rotklees vor dem ersten, gleiches Entwicklungsstadium vorausgesetzt, durch einen etwas höheren Proteingehalt aus. Vergleichende Untersuchungen[2]) mit 2 Kleesorten, von denen der erste Schnitt am 12. Juni, der zweite am 30. und 31. Juli, beide nach dem Eintritt der vollen Blüte genommen waren, ergaben für die Zusammensetzung der Trockensubstanz folgende Zahlen:

	Rohprotein %	Rohfett %	Stickstofffreie Extraktstoffe %	Rohfaser %	Asche %
Schlesischer Rotklee:					
1. Schnitt	18,4	3,0	49,1	23,6	5,9
2. „	22,7	3,1	43,3	24,5	6,4
Amerikanischer Rotklee:					
1. Schnitt	18,5	3,2	50,0	22,5	5,8
2. „	21,1	2,7	46,5	23,4	6,3

[1]) Zentralblatt für Agrikulturchemie 31. Jahrg., 1902, S. 788.

[2]) J. Fittbogen, Landw. Jahrbücher 16. Bd., 1887, S. 763.

Von der Fläche eines Hektars wurde dabei an lufttrocknem Kleeheu geerntet
vom schlesischen Rotklee 1. Schnitt 4044 kg, 2. Schnitt 1302 kg
„ amerikanischen „ 1. „ 3964 „ 2. „ 1217 „

Bei der Beurteilung des Rotkleefutters ist wie bei allen perennierenden Leguminosen ferner zu beachten, daß bei mangelhaftem Pflanzenbestande sich auf den Fehlstellen eine Menge anderer Gewächse ansiedeln, die dem Klee an Wert nachstehen.

Bei der Heuwerbung ist der Klee, wie (S. 231) bereits angegeben, Verlusten durch Auslaugung und Abbröckelung besonders stark ausgesetzt. Wo daher bei der Dürrheubereitung Gerüste oder Puppen nicht zur Anwendung kommen und das Wetter nicht besonders günstig ist, wird gewöhnlich ein ziemlich minderwertiges, grobstengeliges und blattarmes Futter erhalten, das an Nährwert mittelgutes Wiesenheu zuweilen nicht erreicht. Im Vergleich zu den Grasarten weist der Rotklee etwas andere Verdaulichkeitsverhältnisse auf. Zwar zeigt es sich auch bei dieser Pflanze, daß mit höherem Protein- und geringerem Rohfasergehalte die Gesamtverdaulichkeit zunimmt, indessen ist die Kleerohfaser weniger, die stickstofffreien Extraktstoffe und das Rohfett höher verdaulich als bei den Gräsern.

Was die diätetischen Eigenschaften des Klees anbetrifft, so steht er wie manche andere Leguminosen in dem Rufe, eine erhitzende Wirkung zu äußern. Aus diesem Grunde wird er Pferden und Schafen nur in beschränkten Mengen verabreicht und vornehmlich an das weniger empfindliche erwachsene Rindvieh verfüttert; bei tragenden Tieren und bei Jungvieh bis zum Alter von 6 Monaten darf er höchstens bis zur Hälfte des Rauhfutterbedarfs in die Ration eintreten, und an Fohlen im 1. Lebensjahre sollte er am besten überhaupt nicht verfüttert werden. Bei Schweinen, an die er in jungem Zustande grün verfüttert wird, soll er ein mißfarbiges, gelbliches Fleisch von schlechtem Geschmack erzeugen.

6. Die Luzerne steht in vielen Beziehungen dem Rotklee nahe, nur ist sie durchschnittlich noch reicher an Rohprotein und wird von der Blüte an noch rascher holzig. Während sie Ende April geschnitten, in der Trockensubstanz 34% Rohprotein und 22% Rohfaser enthielt, fand sich
am 22. Mai 26% Rohprotein und 27,5% Rohfaser
„ 3. Juli 18 „ „ „ 48,5 „ „
vor. Ein nicht zu spätes Schneiden ist daher auch bei dieser Futterpflanze angezeigt. Bezüglich des Nachwuchses haben sich dieselben Verhältnisse wie beim Rotklee herausgestellt, wie das folgende Beispiel zeigt, welches die prozentische Zusammensetzung dreier nacheinander genommener Schnitte desselben Feldes angibt.

	Rohprotein	Stickstofffreie Extraktstoffe und Rohfett	Rohfaser	Asche
1. Schnitt	19,5	38,3	33,5	8,7
2. Schnitt	20,5	36,0	35,6	7,9
3. Schnitt	21,5	34,6	33,4	10,5

Nach den zahlreichen Ausnützungsversuchen, welche mit Luzerne ausgeführt worden sind, entspricht der hohe Proteingehalt auch einer höheren Verdaulichkeit,

während die Rohfaser und das Rohfett dieser Pflanze entschieden schwerer verdaulich sind als beim Rotklee. — Hinsichtlich der Zuteilung der Luzerne an die verschiedenen Tierarten gilt dasselbe, was vom Rotklee gesagt wurde.

7. Andere schmetterlingsblütige Futterpflanzen. — Der Inkarnatklee, eine einjährige Kleeart, liefert, zeitig gemäht, ein zwar etwas proteinärmeres, aber sonst dem Rotklee nicht nachstehendes Grünfutter. Da er seine Vegetation rasch abschließt, so geht er von der Blüte an einer raschen Verholzung entgegen. Der Bastardklee, auch schwedischer Klee genannt, und noch mehr der Weißklee behalten ihre zarte Beschaffenheit länger, sind auch etwas proteinreicher und rohfaserärmer als gleichalteriger Rotklee und können daher bis gegen Ende der Blütezeit stehen bleiben. Ebenso verhält es sich mit der Serradella, die ein sehr feines und bekömmliches Futter liefert. Die Esparsette in ihren verschiedenen Entwicklungsstufen kommt im Nährwert etwa dem Rotklee gleich und soll im Hinblick auf ihren stärkeren Nachwuchs schon vor oder zu Beginn der Blüte geschnitten werden. Ein sehr proteinreiches Futter liefern ferner die Wickenarten bei nicht zu später Nutzung, die auch bei dieser Pflanze wegen rascher Zunahme der Rohfaser nicht anzuraten ist. Der Wundklee zeigt unter allen schmetterlingsblütigen Futterpflanzen den niedrigsten Proteingehalt, verholzt langsam und ist wie die Serradella dadurch ausgezeichnet, daß er auf Sandboden gut fortkommt; er hat in grünem Zustande einen eigentümlich bitteren, zusammenziehenden Geschmack und wird daher zuweilen, namentlich von Pferden, nicht gern genommen. — Was die Bekömmlichkeit der vorstehend kurz charakterisierten Futterpflanzen anbetrifft, so sind dieselben im allgemeinen an die Seite des Rotklees und der Luzerne zu stellen; sie üben sämtlich eine erhitzende Wirkung aus, am stärksten die Wicken,[1]) während die Esparsette, der Wundklee und die Serradella diesen mächtigen Einfluß nicht haben.

Die Lupinenarten lassen im Vergleich zu den anderen Leguminosen für die Erntezeit insofern einen viel größeren Spielraum, als sie nach der Entwicklung des Hauptstengels noch zahlreiche Seitenäste treiben und nach Beginn der Blüte und Fruchtbildung an Trockensubstanz noch bedeutend zunehmen. Ungeachtet der Verholzung, die um diese Zeit einsetzt, werden sie zumeist erst dann geschnitten, wenn die Seitentriebe voll blühen und der Haupttrieb bereits Hülsen angesetzt bezw. ziemlich ausgebildet hat. Zuweilen mäht man schon vor oder zu Anfang der Blüte, um zwei Schnitte zu erhalten. In der Zusammensetzung des Lupinenfutters zeigen sich große Unterschiede, indem je nach dem Entwicklungsstadium und dem Erntewetter in der Trockensubstanz 15—30% Rohprotein und 23 bis über 40% Rohfaser gefunden wurden, ohne daß sich hier durchgreifende Abweichungen zwischen den verschiedenen Arten dieser Pflanze bis jetzt haben erkennen lassen. Nach dem einzigen Ausnützungsversuch,[2]) der bisher mit Lupinenheu ausgeführt worden ist, wäre diesem Futter eine außergewöhnlich hohe Ver-

[1]) Bei Untersuchungen von J. Kühn haben grüne Wicken bei Milchvieh keinen nachteiligen Einfluß ausgeübt (Fühlings landw. Zeitung 47. Jahrg., 1898, S. 2).

[2]) F. Heidepriem, Landw. Versuchsstationen 16. Bd., 1873, S. 1.

daulichkeit zuzuschreiben, der Stickstoffsubstanz eine solche von 74%, den stickstofffreien Extraktstoffen 62% und der Rohfaser 74%. Auffallend ist hier die hohe Rohfaserverdauung, die bisher bei keinem anderen Leguminosenheu erreicht worden ist. — Dem Lupinenfutter ist stets eine erhitzende Wirkung eigen; zuweilen namentlich in bestimmten Jahren, wirkt es giftig und erzeugt die unter dem Namen „Lupinose“ bekannte Krankheit, die große Verheerungen unter den Nutzviehbeständen und bei der Fütterung des Wildes anrichten kann. Nach den Untersuchungen von J. Kühn und G. Liebscher[1]) sind es nicht die in den grünen Pflanzen und besonders im Samen enthaltenen bitterschmeckenden Alkaloide, sondern eine zur Klasse der Eiweißkörper gehörige, noch nicht rein dargestellte Substanz, das „Iktrogen“ oder Lupinotoxin“,[2]) welcher die zumeist zum Tode führende Giftwirkung zuzuschreiben ist. Der Umstand, daß die Krankheit nur in einzelnen Jahren auftritt, macht es sehr wahrscheinlich, daß der Giftstoff von irgend einem parasitären Organismus erzeugt wird, der, von gewissen Witterungsverhältnissen begünstigt, sich schon auf der lebenden Pflanze oder in der trocknenden Masse ansiedelt. Da man diesen Organismus, der wohl zur Klasse der Pilze gehören wird, nicht kennt, so ist man außerstande, von vornherein zu sagen, ob ein Lupinenfutter giftig ist oder nicht. Unter solchen Umständen gebietet es die Vorsicht, jedes Jahr Probefütterungen von etwa 3wöchentlicher Dauer mit minder wertvollen Tieren (Schafen, Kaninchen) anzustellen und nach dem Ausfall dieser Versuche die geeigneten Maßnahmen zu treffen. Erweist sich das Lupinenfutter als giftig — es sind gewöhnlich sämtliche Teile der Pflanze, auch das Stroh, die Spreu und die Körner befallen —, und ist man trotzdem zur Verfütterung desselben gezwungen, so bleibt nichts anderes übrig, als dasselbe durch Dämpfen (4—5 Stunden bei 1—2 Atmosphären Überdruck oder 1—2 Stunden bei 4—6 Atmosphären) zu entgiften. Einfaches Brühen nützt hier nichts, ebensowenig wie das Einsäuern in Gruben und Preßfeimen oder die Umwandlung in Braunheu. — Das Lupinenheu dient hauptsächlich zur Fütterung der Schafe, die es willig annehmen, während Pferde und Rinder, denen es immer nur in beschränkten Gaben zu verabreichen ist, sich nur schwer daran gewöhnen; größere Gaben wirken zudem nachteilig auf die Beschaffenheit der Milch.

Die Waldplatterbse, eine Pflanze, die ebenso wie die Lupinen nur geringe Ansprüche an den Boden stellt und auf steinigen Hängen, auch in höheren Lagen noch gut fortkommt, liefert, zweimal im Jahre geschnitten, eine Futtermasse, die im Nährstoffgehalt der Luzerne gleichkommt. Wegen ihres spärlichen Nachwuchses und der Schwierigkeiten, die mit ihrer Kultur verbunden sind, erntet man sie besser nur zur Zeit der Samenreife, wo sie nach Entfernung der Körner getrocknet, immer noch ein Futter gibt, das zwar sehr grobstengelig ist,

---

[1]) Berichte des landw. Instituts der Universität Halle 2. Heft, 1880, S. 53 und 7. Heft, 1887, S. 125.

[2]) Das Gift läßt sich aus den Pflanzen mit Glyzerin ausziehen und aus der so erhaltenen Lösung mit Alkohol fällen.

aber noch annähernd 10 % verdauliches Rohprotein enthält. Vom Rind und Schaf wird solches Futter gern verzehrt und eignet sich in mäßigen Gaben auch zur Fütterung des Milchviehs.[1]) Da die Samen der Waldplatterbse, wie auch anderer Lathyrusarten, ein stark wirkendes, lähmendes Gift enthalten und schon in geringerer Menge schweres Siechtum hervorrufen, so sind Pflanzen mit ausgebildeten Hülsen, auch wenn die Samen unreif sind, von der Verfütterung auszuschließen, reife Samen aber vollständig zu entfernen.

Der Stechginster oder Stachelginster, „die Luzerne des dürftigen Bodens", wird gewöhnlich nach Abschluß der Vegetation im Oktober und noch später geschnitten und enthält in diesem Zustande ca. 50 % Trockensubstanz und in letzterer ca. 8,5 % Rohprotein und 27 % Rohfaser. Nach einem Versuch verdaut das Pferd von der organischen Substanz dieses Futters 50 %, vom Rohprotein 56 %, von den stickstofffreien Extraktstoffen 54,6 % und von der Rohfaser 43 %.[2]) Wegen seiner Stacheln muß der Ginster vor seiner Verfütterung zu Häcksel geschnitten und gründlich gequetscht werden, zu welchem Zweck man sich der Kartoffelquetschmaschinen oder besonders konstruierter Ginsterquetsch-Apparate bedienen kann. Nach den in Frankreich und England gemachten Erfahrungen wird der gequetschte Ginster, der auch getrocknet in den Handel kommt, von Pferden und Rindern sehr gern genommen und diesen Tieren in denselben Mengen wie Stroh oder Heu verabreicht. Da die Samen des Ginsters giftig sein sollen, so verfüttere man die Pflanze im samentragenden Zustande nicht.

8. Der weiße Senf, dessen Zusammensetzung wir (S. 301) unter den Beispielen für den Gehalt der Futterpflanzen in verschiedenen Vegetationsstadien angegeben haben, geht von der Blütezeit an einer raschen Verholzung entgegen, wirft auch bald die Blätter ab und wird daher vor oder beim Erscheinen der Blüte gemäht. Diese Erntezeit einzuhalten ist auch deshalb empfehlenswert, weil sich nach der Entwicklung der Samen im Futterbrei Senföl, ein gesundheitsschädlicher Stoff, bildet. Der Senf wird zumeist als Grünfutter genützt, das man am besten in gewissen Zeitabständen sät, um es stets im geeigneten Stadium verwenden zu können. Es wird hauptsächlich an Milchvieh, in mäßigen Gaben auch an Jungvieh und Schafe verfüttert. — Der Buchweizen, gewöhnlich in voller Blüte geschnitten, besitzt einen ähnlichen Nährwert, wie der weiße Senf und dient ebenfalls vorzugsweise zur Ernährung des Rindviehs. Seine Verfütterung erfordert Vorsicht, da er in einzelnen Jahren, namentlich bei weißen und weißgescheckten Tieren aller Gattungen, am leichtesten beim Schaf und Schwein, Krankheitserscheinungen (Jucken, Hautausschlag, Schwellungen der Gliedmaßen und des Kopfes, Schwindel und Krämpfe) hervorrufen soll. Man verwende ihn daher nur in mäßigen Gaben. — Der Spörgel wird als Futter für Milchvieh besonders geschätzt und kann, zu Beginn der Blüte gemäht, in größeren Mengen ohne Nachteil verabreicht werden. — Beinwell oder Comfrey (Symphitum)

[1]) G. Andrä und O. Kellner, Landw. Jahrbücher 31. Bd., 1902, S. 55.

[2]) A. Ch. Girard, Ann. agron. 27. Bd., 1901, S. 5 und Zentralblatt für Agrikulturchemie 31. Bd., 1902, S. 263.

liefert ein verhältnismäßig wasserreiches, rohfaserarmes Futter von hohem Eiweißgehalt und wird meist in der Schweinehaltung verwendet, von Rindern wegen seiner Rauhhaarigkeit aber nur ungern aufgenommen.

9. Die Blätter und Köpfe der Zucker- und Runkelrübe stellen ein sehr wässeriges, im Hinblick auf die Zusammensetzung der Trockensubstanz jedoch proteinreiches, rohfaserarmes Futter dar, das seiner Natur nach sich zur allgemeinen Verfütterung um so weniger eignet, als es einen sehr hohen Gehalt an leicht löslichen Mineralstoffen, die zum Teil an organische Säuren gebunden sind, aufweist. Unter letzteren findet sich sehr viel Oxalsäure vor — in der Trockensubstanz der Runkelrübenblätter und -Köpfe z. B. 3,5%, wovon über die Hälfte in Wasser löslich ist. In kleineren Mengen genossen, wird zwar die Oxalsäure namentlich von älteren Tieren ohne Nachteil vertragen; in den großen Massen von Rübenblättern aber, welche im Herbste oft verfüttert werden, kann von dieser Säure zuweilen soviel verzehrt werden, daß sich Vergiftungserscheinungen (Würgen, Erbrechen, Verdauungsstörungen und schließlich Gehirnentzündung) einstellt und die so gefütterten Tiere eingehen. Da die Oxalsäure ferner eine starke Verwandtschaft zum Kalk besitzt und mit demselben eine unlösliche Verbindung bildet, so kann ein so oxalsäurereiches Futter, wie die Rübenblätter, bei geringem Kalkgehalt der übrigen Futterstoffe den Geweben Kalk entziehen und Knochenerkrankungen erzeugen. Zwar wird beim Wiederkäuer diese Gefahr dadurch abgeschwächt, daß die in den Vormägen einsetzende Milchsäuregärung sich auch auf die Oxalsäure erstreckt und einen Teil dieser Substanz zerstört,[1]) beim Schwein jedoch fällt wegen der geringeren Intensität der Gärungen im Futterbrei dieser Schutz fort. Man kann es daher nur empfehlen, bei reichlicher Rübenblätterfütterung gleichzeitig etwas Schlemmkreide (ca. 100 g auf 100 kg Blätter) zu verabfolgen, eine Maßregel, die man auch beim Sauerfutter aus solchen Blättern nicht unterlassen sollte; denn wenn auch, wie vom Verfasser nachgewiesen ist (S. 248), beim Einsäuern eine ziemliche Menge gerade des wasserlöslichen Teiles der Oxalsäure zersetzt wird oder versickert, so bleibt doch immer noch genug übrig, um im Verein mit der neugebildeten Milchsäure die erwähnten Nachteile hervorzurufen. — Runkel- und Zuckerrübenblätter bilden in jeder Form ein abführendes Futter und sind daher stets in Verbindung mit Stroh- oder Dürrheu den Tieren darzubieten. Am besten eignen sie sich für das erwachsene Rind, und zwar sowohl für Milchvieh, dem aber nicht mehr als etwa $^1/_3$ des Gesamtfutters in dieser Form zu verabreichen ist, als auch für Mast- und Arbeitsochsen, von denen erstere etwas reichlichere Blättergaben vertragen. Bei Schafen ist es angezeigt, die Blätter etwas abwelken zu lassen. Die erdigen Bestandteile, die diesem Futter oft massenhaft beigemengt sind, sollte man ohne Rücksicht auf sonstige Stoffverluste durch Abspülen entfernen. Da bei der Zuckerrübenernte große Massen Rübenblätter in kurzer Zeit zur Verfügung stehen, so ist man zumeist gezwungen, einen Teil derselben einzusäuern. Wenn auch durch dieses Verfahren

[1]) O. Kellner, Landw. Versuchsstationen 25. Bd., 1880, S. 460; W. Caspari, Chronische Oxalsäure-Vergiftung, Dissertation, Berlin 1895.

Nährstoffverluste unvermeidlich sind, so hat es doch den Vorzug, die Rübenblätter besser auszunutzen und ein von den Tieren gern gefressenes Futter zu liefern. Man schreibt diesem Sauerfutter sogar vielfach eine günstige Wirkung auf die Tätigkeit der Milchdrüse zu, ohne daß diese Annahme durch exakte Fütterungsversuche bis jetzt einwandfrei bestätigt werden konnte.[1]) In letzter Zeit ist man auch dazu übergegangen, dieses an sich wertvolle Futter mit Hilfe maschineller Vorrichtungen zu trocknen. Leider erfüllen die hierzu konstruierten Apparate die Forderungen, welche an sie gestellt werden müssen, noch nicht ganz; es scheint nur vereinzelt gelingen zu wollen, die großen Massen Sand und Erde, welche den Rübenköpfen anhaften, auf ein erträgliches Maß abzuscheiden und eine teilweise Verkohlung des Materials beim Trocknen sicher zu verhindern. Nach neueren Beobachtungen scheint die Beimischung von Diffusionsschnitzeln zu den Rübenköpfen der Verkohlung der Blätter vorzubeugen und ein sehr schönes Produkt, dem man den Namen Rübenheu gegeben hat, zu liefern.

Unter den grünen Abfällen der Wurzel- und Knollengewächse kommen für die Fütterung noch in Betracht: Das Kraut der Mohrrüben, Kohlrüben, Stoppelrüben, die Stengel der Topinambur u. a., deren Nährwert durch die im Anhang niedergelegten Tabellen ausreichend charakterisiert wird. Von einer Verfütterung des Kartoffelkrautes sollte man am besten ganz absehen, da es wenig verdaulich ist und nicht selten gesundheitliche Nachteile bringt. Dasselbe enthält ein starkes Gift, das Solanin, dessen Menge sich in den frischen oberirdischen Pflanzenteilen nach einer Untersuchung[2]) an der Daberschen Kartoffel von der Zeit der vollendeten Belaubung bis zum Eintritt der Blüte von 0,0885 bis auf 0,144% vermehrt und von da an rasch abnimmt; zur Zeit der vollen Blüte (24. Juli) wurden noch 0,0552, später (15. August) noch 0,0374, und als das Kraut vollständig vertrocknet war (1. September), noch 0,103% Solanin gefunden, d. i. fast 20mal mehr als in den Knollen der Futterkartoffeln. Am reichsten an Solanin erwiesen sich die Blüten, in welchen bis zu 0,73% davon gefunden wurden; ebenfalls sehr reich daran sind die oberirdischen Früchte. — Ist man in futterarmen Jahren gezwungen, Kartoffelkraut zur Fütterung zu benützen, so säuert man es am besten mit anderem Futter zusammen ein und vermeidet, es an empfindliche Tiere zu verabreichen.

10. Laub- und Reisigfutter. — Die Blätter unserer Laubbäume enthalten in frischem Zustande, im Juli oder August 30—50% Trockensubstanz und liefern, an der Luft getrocknet, ein Futter, das hoch verdaulich ist. Auch in späteren Stadien geerntet, stehen sie im heutrockenen Zustande dem gewöhnlichen Wiesenheu im Nährwerte nicht nach (S. 302). Da aber die Blätter zugleich mit den Zweigen und Ästen geerntet werden, so sinkt der Nährwert des Laubfutters in dem Umfang, als Stengel und kleinere verholzte Ästchen mitgesammelt und verfüttert werden. Man benützt das Laub so ziemlich sämtlicher Bäume und

---

[1]) Hansen, Arbeiten der D. L. G. Heft 134, S. 56. A. Morgen, Landw. Versuchsstationen 79/80. Bd., 1913, S. 637.

[2]) F. von Morgenstern, Landw. Versuchsstationen 65. Bd., 1907, S. 301.

Sträucher, besonders das von Pappeln, Buchen, Weiden, Linden, Erlen, Akazien, Maulbeerbäumen, Haselnußsträuchern und Weinreben. Um es bequem zu trocknen, vereinigt man die mit den Blättern beladenen Äste zu lockeren Bündeln und stellt diese an den Stämmen der Bäume oder sonst vor Regen geschützt zum Trocknen auf. Baumlaub ist immer nur ein Nebenfutter, einzelne Sorten desselben (z. B. von Buchen, Eichen, Erlen, Haselnuß) enthalten viel Gerbstoff und erzeugen in größeren Gaben Verstopfungen, während kleine Mengen eine günstige diätetische Wirkung äußern. Am gedeihlichsten soll das Laub der Pappeln, der Weiden und des Ahorns sein. — Während des Krieges ist die Laubheubereitung in großem Umfange in Szene gesetzt worden mit dem Ergebnis, das vorauszusehen war. Es wurde ein Futter gewonnen, das vielfach infolge der ungünstigen Witterungsverhältnisse nur schwierig getrocknet werden konnte. Das dadurch bedingte häufige Wenden brachte es mit sich, daß der größte Teil der am schnellsten trocknenden Blätter abfiel und damit gerade der Teil in Verlust geriet, der den Nährwert des Laubheues ausmacht. Bei dem Aufbewahren des nicht ganz trockenen Materials trat Schimmelbildung ein und das Futter wurde infolge des dumpfen Geruchs und wegen des Gerbsäuregehaltes ungern von den Tieren genommen und schlecht vertragen. Dabei waren die Gestehungskosten bei der kostspieligen Bereitungsweise so unglaublich hoch gekommen, daß der Nährwert in einem Verhältnis zu den Gestehungskosten stand, zumal das Laubheu, um es überhaupt verwerten zu können, gemahlen und anderem Futter beigemischt werden mußte. — Die grünen Nadeln der Fichte, Tanne und Kiefer kommen als Futter nicht in Betracht, da sie auf die Verdauungs- und Harnwege nachteilig wirken; die des Eibenbaumes sind nach den Untersuchungen von P. Ehrenberg und C. v. Romberg[1]) für Wiederkäuer zwar unbedenklich, dagegen scheinen Pferde nach dem Verzehr solcher Nadeln unter Erscheinungen erkranken zu können, die auf eine giftige Wirkung schließen lassen.

In Zeiten der Futternot greift man im Winter wohl auch zu dem Reisig verschiedener Laubbäume, die in ihren dünnen Zweigen eine geringe Menge verdaulicher Nährstoffe enthalten.[2]) Da der eigentliche Holzkörper kaum nährende Eigenschaften besitzt und höchstens als Füllmaterial in Frage kommt, so schaltet man die Teile der Äste, welche über 1—2 cm dick sind, von der Verfütterung ganz aus. Die dünneren Zweige, zuerst gequetscht und sodann zu Häcksel geschnitten, sollen sich in der Form von Gärfutter (S. 296) für Pferde und Wiederkäuer eignen. Nach den bisher ausgeführten Untersuchungen[3]) hat sich das Akazien- und Pappelreisig, auch das einjährige Rebholz[4]) noch am besten bewährt, weniger das Buchenreisig, das, aus älteren Zweigen bestehend, nur ca. 12% verdauliche organische Substanz enthält.

---

[1]) Landw. Versuchsstationen 79/80. Bd., 1913, S. 339.

[2]) E. Ramann und v. Jena, Holzfütterung und Reisigfütterung, Berlin 1890; A. Stutzer, Zentralblatt für Agrikulturchemie 21. Jahrg., 1892, S. 565; A. Müntz und Ach. Girard, Ann. agron. 19. Bd., 1893, S. 338.

[3]) Fr. Lehmann, Journal für Landw. 44. Jahrg., 1893, S. 65.

[4]) M. Kling, Landw. Versuchsstationen 79/80. Bd., 1913, S. 737.

Dem Holze (Säge- und Holzmehl) vermögen die Tiere nur sehr geringe Mengen Nährstoffe zu entnehmen, indem von der organischen Substanz bei Versuchen des Verfassers mit Ochsen im ganzen nur 14%, von der Stickstoffsubstanz so gut wie nichts zur Verdauung gelangt. Eine noch geringere Verdaulichkeit ermittelte F. Honcamp[1]) bei Ausnutzungsversuchen mit Hammeln. In der Form des Sägemehles verabreicht, lagern sich die Holzteilchen in den Eingeweiden zuweilen so fest, daß Entzündungen und schwere Kolikanfälle auftreten. Ist man in futterarmen Jahren gezwungen, für unverdauliches Füllmaterial zu sorgen, so ziehe man Hobelspäne dünnster Art, oder noch besser, gemahlenen Moostorf, mit etwas Melasse gemischt, den feinsplittrigen Sägespänen vor. Möglicherweise läßt sich dem Holz, ebenso wie dem Stroh, durch Dämpfen mit Lauge unter Druck eine höhere Verdaulichkeit erteilen.

II. Stroh und Spreu.

Nach der Blüte wandern, wie bereits beschrieben, stickstoffhaltige und stickstofffreie Stoffe aus den grünen Organen der Pflanzen in die Frucht ein, die Stengel und Halme unterliegen in dieser Periode einer raschen Verholzung, und es bleibt zur Zeit der Reife nach der Entfernung der Körner im Stroh und in der Spreu an Eiweißstoffen, Fetten und leichtlöslichen Kohlenhydraten demzufolge um so weniger übrig, je weiter die Reife vorgeschritten ist. So wurde z. B. in der Trockensubstanz des Haferstrohes in drei Reifestadien gefunden:[2])

	Rohprotein	Rohfett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfaser	Asche
Unreif	10,1	1,9	50,6	29,4	8,0
Reif	4,9	1,2	48,6	37,8	7,5
Überreif	4,3	1,4	36,9	49,8	7,6

Die Verteilung der Einzelbestandteile auf die verschiedenen Organe der reifen Pflanze ist dabei ebenso ungleich, wie in jüngeren Pflanzen. In den einzelnen Teilen des Haferstrohes[3]) wurde z. B. gefunden (in Prozenten der Trockensubstanz):

	Rohprotein	Rohfett	Rohfaser	Stickstofffreie Extraktstoffe	Asche
Stengelglieder, untere .	5,0	0,3	49,7	40,3	4,7
„ mittlere .	7,4	2,5	44,7	40,1	5,3
„ obere . .	9,9	2,8	43,2	37,7	6,4
Blätter, untere . . .	9,0	10,0	39,7	31,3	10,0
„ obere	11,0	4,8	44,0	29,7	10,5
Ährchen	19,3	3,0	63,4	11,6	2,7

Je näher also die einzelnen Teile den Samen gelegen sind, um so wertvoller sind sie für die Fütterung. Es ist daher eine ganz gerechtfertigte Maß-

---

[1]) F. Honcamp, Landw. Versuchsstationen, 78. Bd., 1912, S. 87.

[2]) A. Völcker, Jahresbericht der Agrikulturchemie 6. Jahrg., 1863/64, S. 45.

[3]) R. Arendt, Wachstum der Haferpflanze, Leipzig 1859, S. 63.

nahme, das Streustroh den Schafen zum Ausfressen vorzulegen, weil diese Tiergattung besonders geeignet ist, die zarteren Teile auszulesen. Der Wert der Strohteilchen, die so zum Verzehr gebracht werden, steht kaum demjenigen eines guten Wiesenheues nach.

Da bei den nicht perennierenden Pflanzen alles verfügbare Nährstoffmaterial nach der Blüte den Blättern und Stengeln entzogen und in den Samen aufgespeichert wird, das zurückbleibende Stroh für das weitere Fortbestehen der Pflanze selbst aber keine hervorragende Bedeutung mehr besitzt, so besteht auch für die Zusammensetzung des Strohes innerhalb der einzelnen Spezies kein so weiter Spielraum, wie bei den noch in kräftiger Entwicklung begriffenen grünen Pflanzen. Alle Einflüsse, welche im Nährstoffgehalt grün geernteter Pflanzen zum Ausdruck kommen, machen sich daher beim Stroh in geringerem Grade geltend. Was hier zunächst den Einfluß der Düngung betrifft, so tritt derselbe noch am deutlichsten hervor, wenn den Pflanzen eine reichliche Menge Stickstoff zugeführt oder der Stickstoffdünger so spät angewandt wird, daß derselbe nicht mehr voll zur Körnerbildung ausgenützt werden kann. Gerstenstroh, von verschieden gedüngten Parzellen eines und desselben Feldes geerntet, enthielt z. B. nach den Untersuchungen von J. B. Lawes und J. H. Gilbert[1]) in der Trockensubstanz im Durchschnitt sechsjähriger Beobachtungen:

a) auf ungedüngten oder nur mit Mineraldünger versehenen Parzellen . . . . 2,88% Rohprotein
b) auf Parzellen, die pro Hektar jährlich 48 kg Stickstoff in Form von Ammoniaksalz allein oder in Verbindung mit Mineraldünger erhalten hatten . . . . 3,06 „ „
c) auf Parzellen mit der doppelten Gabe Stickstoff (96 kg) mit oder ohne Mineraldünger . . . . 3,94 „ „
d) auf Parzellen, die mit Rapskuchen allein oder in Verbindung mit Mineraldünger gedüngt waren . . . . 3,31 „ „

M. Maercker[2]) fand im Weizenstroh bei einer Düngung auf den Hektar von

100 kg	Chilisalpeter	ohne Phosphorsäure		1,94%	Rohprotein
100 „	„	und 50 kg	Phosphorsäure	2,56 „	„
200 „	„	„ 50 „	„	2,56 „	„
300 „	„	„ 50 „	„	3,13 „	„

Wird aber die Auswanderung der Stoffe aus den vegetativen Organen in die Samen durch irgend welche Umstände gehemmt, wie es beim Lagern des Getreides oder bei andauernder Trockenheit nach der Blüte der Fall ist, so erreichen die Körner ihre normale Größe nicht, und es bleibt an Stickstoffsubstanz und leichtlöslichen Kohlenhydraten im Stroh ansehnlich mehr zurück als unter normalen Verhältnissen. Am deutlichsten tritt dies bei den Getreidearten hervor, deren Stroh infolge der erwähnten Umstände bis zu 6% und mehr

---

[1]) Journ. of the Royal Agr. Society of England 18. Bd., S. 454.
[2]) Landw. Jahrbücher 28. Jahrg., 1899, S. 927.

Rohprotein enthalten kann, gegenüber 2—3%, welche Menge sich in normal ausgereiftem Getreidestroh vorfindet. Im Stroh gelagerter Gerste fand z. B. M. Maercker[1]) 3,2, im Stroh auf gleichem Boden und normal erwachsener Gerste derselben Sorte nur 1,75% Rohprotein, und Haferstroh enthielt, wenn es nicht gelagert war, 2,7, dagegen gelagert 3,6 und bei starkem Lager 4,3% Rohprotein. Während ferner das Stroh notreif gewordenen Getreides in der Regel etwas reicher an Stickstoffsubstanz ist als bei normaler Ausreifung, bringt andauernde Nässe ein proteinärmeres Stroh hervor. So enthielt Haferstroh aus verschiedenen Jahren:[2])

	Rohprotein		Stickstofffreie Extraktstoffe
	gesamt	verdaulich	
1887, sehr naß	2,02	0,58	35,9
1888, mäßig	2,23	1,26	39,4
1889, trocken	3,42	2,22	38,9

In geringerem Grade als bei den Getreidearten wirken Düngung und Witterung auf die Zusammensetzung des Hülsenfruchtstrohes ein, das aber wegen des leichten Verlustes seiner zarten Blätter und Zweige bei schlechtem Erntewetter ungleich mehr geschädigt wird und dazu viel rascher der Zersetzung und dem Verderben anheimfällt, als das Getreidestroh.

Wir gehen nunmehr zu einer kurzen Besprechung der zu dieser Gruppe gehörenden Futtermittel über.

1. Das Stroh der Getreidearten gehört zu den proteinärmsten und rohfaserreichsten Futterstoffen, welche in der Tierhaltung Verwendung finden. Wie bei den übrigen Rauhfutterstoffen, so steht auch hier der Grad der Verholzung, der im Rohfasergehalt deutlich ausgeprägt ist, im umgekehrten Verhältnis zum Nährwert, und wenn wir mit diesem Maßstabe messen, so finden wir, daß die Getreidearten bezw. Sorten von kürzerer Vegetationszeit, die Sommerhalmfrüchte, ein besseres Futterstroh liefern als die Winterhalmfrüchte. Demzufolge ist am meisten geschätzt das Hafer-, Gersten- und Sommerweizenstroh, während das Winterweizenstroh bedeutend schlechter ausgenützt wird, und der Winterroggen und die Wintergerste ein Stroh liefern, das wegen seiner Härte und seiner geringen Schmackhaftigkeit nur selten verfüttert, zumeist vielmehr — unter Umständen nach dem Ausfressen durch Schafe — zur Einstreu verwendet wird. Hafer-, Gersten- und Sommerweizenstroh geben einander nicht viel nach, nur hat die Erfahrung gelehrt, daß das Gerstenstroh für die Fütterung des Rindes, besonders der Kühe, Vorzüge besitzt, während das Stroh des Hafers und Sommerweizens für Pferde, wie für Wiederkäuer gleich geeignet ist. Ebenso allgemein verwenden läßt sich das Winterweizenstroh selbstverständlich unter Berücksichtigung seines geringeren Gehaltes an verdaulichen Nährstoffen. In Frankreich, wo der Hafer nach dem Schneiden häufig lange auf dem Felde bleibt, dabei der Einwirkung der Niederschläge ausgesetzt ist und von Pilzen befallen wird, gibt man

---

[1]) Landw. Jahrbücher 28. Jahrg., 1899, S. 909.

[2]) M. Maercker, Fütterungslehre, Berlin 1902, S. 59.

dem Weizenstroh vielfach den Vorzug vor dem Haferstroh, namentlich in der Pferdehaltung, obgleich man nicht verkennt, daß gutes Haferstroh eine bessere Nährwirkung äußert, wie gutes Weizenstroh. Das Stroh der Hirsearten steht dem Haferstroh gleich. — Da, wo man auf die Vertilgung des Unkrautes auf den Getreidefeldern nicht genügend bedacht ist, gewinnt man ein mit allerlei Pflanzen durchwachsenes Stroh, dessen Nährwert erheblich größer ist als da, wo eine intensive Kultur Platz gegriffen hat und das Feld rein gehalten wird. Bei der Einschätzung des Nährstoffgehaltes ist auf diesen Umstand Rücksicht zu nehmen und zu bedenken, daß die Unkräuter etwa den Nährwert mittleren Wiesenheues besitzen. Noch höher steigert sich der Wert des Strohes selbstverständlich durch die Einsaat von Klee in das Sommergetreide oder in den Roggen. — Bei langem Lagern verliert das Stroh, wie alle Rauhfutterstoffe, sein Aroma, seine Zähigkeit und seinen Glanz, es wird brüchig, staubig, fade im Geschmack, und wird daher nicht mehr gern gefressen. Befindet es sich in diesem Zustande, so verfüttert man es mit Weichfutter gemischt oder unterwirft es irgend einer Zubereitung. Beim Übergang vom Stroh der einen zu dem einer anderen Getreideart vermeide man einen schroffen Wechsel, da sonst Verdauungsstörungen eintreten können.

2. Das Stroh der Leguminosen ist erheblich nährstoffreicher als das der Getreidearten. Je nach dem Erntestadium und dem Erntewetter kann es im Futterwert gutes Wiesenheu, ja sogar Kleeheu mittlerer Beschaffenheit erreichen. Vor dem Zerealienstroh zeichnet es sich vor allem durch größeren Reichtum an Stickstoffsubstanz, durch geringeren Rohfasergehalt und höhere Verdaulichkeit aus und teilt mit dem Heu der Hülsenfrüchte die Eigentümlichkeit, daß seine Rohfaser verhältnismäßig schwer, die stickstofffreien Extraktstoffe ziemlich leicht verdaulich sind. Die meisten Hülsenfrüchte liefern ein grobstengliges, wenig schmackhaftes, sehr häufig von Pilzen befallenes Stroh, nach dessen Verfütterung leicht Verstopfung auftritt und das daher nur als Nebenfutter Verwendung finden kann. Das gilt vor allem vom Wicken-, Bohnen- und Erbsenstroh, die zudem manchmal ähnliche Erkrankungen hervorrufen wie das Lupinenfutter (S. 324). Am meisten geschätzt unter den Stroharten dieser Gruppe ist das der Linsen und der Serradella, welche verhältnismäßig zart und schmackhaft sind. Von Pferden wird das Hülsenfruchtstroh nicht gern genommen, man pflegt seine Verabreichung daher auf Rindvieh und Schafe zu beschränken und gibt es ersterem meist in Mischung mit zerkleinerten Wurzelfrüchten, mit deren Saft durchweicht es den Tieren mehr zusagt. Schafen legt man es lang zum Ausfressen vor.

3. Das Stroh anderer Kulturpflanzen, des Rapses, des Leindotters, Buchweizens usw. gleicht in seiner äußeren Beschaffenheit dem Hülsenfruchtstroh und wird in derselben Weise wie dieses benützt. Im Nährwert stehen diese Stroharten im ganzen und großen auf derselben Stufe wie das Sommerhalmstroh. Buchweizenstroh kann dieselben Krankheiten hervorrufen, wie das Grünfutter oder Heu dieser Pflanze (S. 325).

4. Die Spreu, welche beim Ausdreschen gewonnen wird, besteht größtenteils aus den stark verholzten, oft auch verkieselten Hüllen, welche die Samen

umschließen, enthält aber daneben in der Regel noch viel an zerkleinerten Blättern und Zweigen, sowie verkümmerte Körner und ist aus diesem Grunde zumeist reicher an Nährstoffen und leichter verdaulich wie das entsprechende Stroh. Oft sammelt sich in der Spreu allerhand Unrat, Sand, Erde, Staub, Pilzsporen usw. an, der vor der Verfütterung tunlichst zu entfernen ist.

Unter den verschiedenen Arten der Getreidespreu sind diejenigen des Hafers und der nicht begrannten Gerste die wertvollsten; ihnen folgt dem Futterwerte nach die Weizenspreu, während die des Roggens an verdaulicher Substanz nur wenig enthält; am geringwertigsten sind die sehr stark verholzten und verkieselten Reisspelzen (S. 221) und Hirseschalen, die auch selbst in ihren Ursprungsländern nicht verfüttert werden, bei uns aber in feingemahlenem Zustande zur Verfälschung anderer Futtermittel dienen. Die Spreu begrannter Zerealien, so namentlich auch die der gewöhnlichen Gerstensorten, schließt man von der Verfütterung am besten ganz aus, weil die scharfen Grannen sich in den Schleimhäuten des Maules, Schlundes und Magens einbohren und Entzündungen hervorrufen. Kochen, Brühen und Dämpfen, wie auch das Einsäuern reichen nicht aus, die Grannen genügend zu erweichen und den Übelstand zu beheben. Auf der Getreidespreu kommt ferner zuweilen ein Fadenpilz (Actinomyces bovis) vor, der die Fähigkeit hat, in die Schleimhäute einzudringen und in den Geweben weiterzuwachsen; er erzeugt bei der Infektion eine gefürchtete Krankheit, die Actinomycose, die sich in dem Auftreten von Geschwülsten und Geschwüren in der Mundhöhle, im Rachen, Magen und an anderen Stellen zu erkennen gibt. Anbrühen und Dämpfen vernichten den Pilz und beseitigen so die Gefahr. — Ist die Spreu von Brandpilzen oder sonstwie befallen, so ist jene Zubereitung schon um deswillen geboten, weil viele Pilzsporen keimfähig in den Dünger gelangen und nachher auf dem Felde die Pflanzen weiter infizieren.

Die Spreu der Hülsenfrüchte zeichnet sich wie alle Teile dieser Pflanzen durch einen verhältnismäßig hohen Gehalt an Stickstoffsubstanz aus und stellt in einzelnen Fällen ein Futter dar, das hinter gutem Wiesenheu nicht zurücksteht. Die Ausnützungsversuche, welche bisher allerdings nur mit den Hülsen von Sojabohnen ausgeführt worden sind, ließen eine sehr hohe Verdaulichkeit — 63% der organischen Substanz — erkennen, und es liegt kein Grund vor, für die Hülsen der Erbsen, Wicken, Bohnen und Lupinen einen niedrigeren Wert anzunehmen, als er etwa für gewöhnliches proteinarmes Rotkleeheu gefunden worden ist. Am reichsten an Protein scheint die Spreu der Kleearten und der Linsen zu sein, während die Hülsen der Erbsen, Bohnen und Wicken ungefähr ebensoviel davon enthalten, wie gewöhnliches Wiesenheu.

Die Spreu von Raps, Leindotter, Senf, Buchweizen, Lein ist durchweg rohfaserreicher als selbst die Getreidespreu, mit der sie im Gehalt an Stickstoffsubstanz etwa gleichsteht. Man wird bei dem Mangel jedweden direkten Ausnützungsversuchs nicht fehlgehen, wenn man ihnen eine noch geringere Verdaulichkeit beilegt als dem Winterhalmstroh. — Die Schalen mancher exotischer Gewächse, wie die Erdnußhülsen, Kaffee- und Kakaoschalen (S. 221 u. 222) sind so geringwertig, daß sie am besten überhaupt nicht verfüttert werden; sie dienen

gewöhnlich zur Verfälschung anderer Futterstoffe und werden von betriebsamen Fabrikanten besonders gern den Melassegemischen einverleibt.

Die Verfütterung jedweder Art von Spreu erfordert immer eine besondere Aufmerksamkeit; denn unter den selbstgeernteten Futtermitteln gibt es kein anderes, in dem sich so vielerlei Verdächtiges ansammelt, wie in der Spreu. Neben den bereits erwähnten natürlichen Beimengungen erdiger Natur, neben den oft massenhaft auftretenden Brand- und Rostpilzen gehen in die Spreu auch viel Unkrautsamen über, die ebenso wie die Pilze den Verdauungsapparat oft ohne Verlust ihrer Keimfähigkeit passieren und dann zur Aussaat von Unkraut führen können. Absieben und Brühen oder Dämpfen und probeweises Füttern sind dann die Wege, solche ungesunde Spreu vielleicht noch zu verwerten. Im allgemeinen kann die Spreu nur ein Nebenfutter abgeben und bei den Wiederkäuern, weniger bei Pferden, zum teilweisen Ersatz des Heues und Strohes benützt werden. Für Schweine kommt die Spreu, die von diesen Tieren nur sehr wenig verdaut wird, ebenfalls nur als Nebenfutter in Betracht und muß hier durch heißes Wasser oder Dampf genügend erweicht werden.

III. Wurzel- und Knollengewächse.

Die Wurzel- und Knollenfrüchte weisen im frischen Zustande durchweg einen hohen Gehalt an Wasser auf, der je nach der Pflanzenart 68—95% betragen kann. Unter den Bestandteilen der Trockensubstanz herrschen allenthalben die leicht löslichen Kohlenhydrate vor und zwar in solchem Maße, daß bis zu 90% der wasserfreien Substanz dieser Stoffgruppe angehört, während die stickstoffhaltigen Substanzen, die stets zu einem großen Teile aus nichteiweiß bestehen, stark zurücktreten. Der Gehalt an Rohfaser ist ausnahmslos sehr niedrig, ebenso der Gehalt an Fett, und unter den Aschenbestandteilen, deren Menge im Verhältnis zur Trockensubstanz nicht groß ist, überwiegen die Alkalien, während an Kalk und Phosphorsäure nur geringe Mengen vorhanden sind.

Dieser ihrer chemischen Beschaffenheit entsprechend stellen die Wurzel- und Knollenfrüchte ein Futter dar, das in seiner Verdaulichkeit nur von vereinzelten anderen Futterstoffen (Milch-, Fleisch- und Blutabfällen, Melasse) erreicht oder übertroffen wird und besonders geeignet ist, große Mengen Kohlenhydrate in schmackhafter und wirksamer Form in die Rationen einzuführen. Bei ihrer saftigen Beschaffenheit und ihrem niedrigen Rohfasergehalt verursachen sie eine nur geringe Kauarbeit und gelangen daher meist voll zur Wirkung. Einzelne minderwertige Stoffgruppen, die gerade in diesen Futtermitteln in größeren Mengen auftreten, setzen freilich die Nährwirkung der zur Verdauung gelangenden organischen Substanz herab, so vor allem die nicht-eiweißartigen Stickstoffsubstanzen, die 30—70% des gesamten Rohproteins ausmachen, ferner die organischen Säuren (Äpfelsäure, Weinsäure, Oxalsäure usw.), die besonders in den Wurzelgewächsen in ziemlichen Mengen vorkommen und zur Neubildung tierischer Produkte nicht verwertet werden können, vor allem aber der Rohrzucker, der in rübenartigen Gewächsen ausnahmslos einen Hauptbestandteil der

Kohlenhydrate darstellt. Da letzterer vom Wiederkäuer in geringerem Umfange verwertet wird, wie das Stärkemehl oder diesem verwandte Kohlenhydrate (S. 160), so kommt dem verdaulichen Teil aller zuckerführenden Rübengewächse ein geringerer Nährwert zu als den zuckerärmeren oder zuckerfreien Knollenfrüchten. In der Tat haben ausgedehnte Mästungsversuche von A. Girard[1]) mit Ochsen und Hammeln gezeigt, daß die verdauliche Substanz der Kartoffeln erheblich besser wirkte, wie die gleiche Menge verdauliche Substanz in der Form der Runkelrüben. Dieser Umstand aber darf selbstverständlich niemand veranlassen, auf den Anbau dieser Rübenarten zu verzichten oder denselben einzuschränken, denn was letzteren Gewächsen auch an Nährwert abgeht, wird reichlich aufgewogen durch hohe Erträge, Schmackhaftigkeit und Bekömmlichkeit.

Ihres hohen Wassergehaltes wegen üben ferner die Wurzeln und Knollen, über ein gewisses Maß hinaus dauernd und neben wenig Trockenfutter verabreicht, eine erschlaffende Wirkung auf die Verdauungsorgane aus, weshalb im allgemeinen nicht mehr als $^1/_4$—$^1/_3$ des gesamten Trockensubstanzbedarfs beim erwachsenen Rinde in der Form dieser Futterstoffe zum Verzehr gebracht werden sollte. Bis zu dieser Grenze jedoch äußern vor allem die Wurzeln eine vortreffliche Wirkung bei der Fütterung des Milch- und Mastviehes und bewähren sich, in etwas geringeren Mengen verfüttert, auch beim Jungvieh. Weniger geeignet sind diese Früchte für rasch arbeitende Pferde, die bei solchem Futter leicht erschlaffen und stark schwitzen; langsam arbeitende Pferde und Arbeitsochsen vertragen mäßige Mengen besser, während die andauernde Verfütterung an Fohlen vermieden werden sollte. Schafe verfallen bei anhaltendem Verzehr solch wasserreicher Futterstoffe schweren Erkrankungen allgemeinen Charakters, Schweine dagegen gedeihen auch bei reichlichsten Gaben von Wurzeln und Knollen ausgezeichnet, vorausgesetzt natürlich, daß der Nährstoffgehalt der gesamten Ration hier wie bei anderen Nutztieren durch Beigabe anderer Futterstoffe dem Zwecke angepaßt wird. Die in Rede stehenden Futtermittel besitzen durchweg eine kühlende, gelind abführende Wirkung und verdienen in diätetischer Hinsicht alle Beachtung; man gibt daher mäßige Mengen derselben gern bei Trägheit der Verdauungsorgane, mangelhafter Kotausscheidung, Voll- und Dickblütigkeit und benützt sie als Vorbeugungsmittel gegen Blutschlag und Säftekrankheiten, die nach unzweckmäßiger Fütterung entstehen. — Bei ihrem niedrigen Gehalt an Kalk ist stets darauf zu achten, daß diesem Mangel durch die anderen Bestandteile der Ration oder durch besondere Zugabe von Schlemmkreide abgeholfen werde. — Neben reichlichen Mengen Wurzel- und Knollenfrüchten Getreidestroh als alleiniges Rauhfutter zu geben, ist nicht empfehlenswert, weil im Verein mit diesem die erschlaffende Wirkung der wasserreichen Futterstoffe stärker hervortritt und Durchfälle überhandnehmen. Die Heuarten, die mit etwas Zerealienstroh gemischt werden können, oder gutes Hülsenfruchtstroh verdienen hier den Vorzug.

Da den Wurzeln und Knollen fast immer viel erdiges Material anhaftet,

---

[1]) Journal d'agriculture prat. 2. Bd., 1894, S. 43 und Zentralblatt für Agrikulturchemie 24. Jahrg., 1895, S. 241.

so müssen dieselben vor der Verfütterung gewaschen werden. — Von Pilzen durchsetzte faulige oder solche Hackfrüchte, die gefroren gewesen sind und nach dem Auftauen liegen bleiben, sind nur gekocht oder gedämpft zu verabreichen und auch in dieser Zubereitung mit Vorsicht (S. 221) zu verwenden.

1. Runkelrüben. — Dieselben enthalten durchschnittlich 88 % Wasser, doch kommen Schwankungen von 85—91 % nicht selten, und solche von 75 bis 93 % in extremen Fällen vor. Je größer die einzelnen Rüben bei weitem Standraum, reichlicher Düngung und Wasserzufuhr werden, um so geringer ist ihr Trockensubstanzgehalt und damit ihr Nährwert. So fand sich z. B. in Runkeln von verschiedenem Gewicht,[1]) die auf demselben Felde gewachsen waren:

	Im frischen Zustande	In der Trockensubstanz				
	Wasser	Rohprotein	Stickstofffreie Extraktstoffe	Zucker	Rohfaser	Asche
366 g schwer	85,8	5,6	77,5	61,9	10,5	6,4
1636 „ „	89,6	7,4	74,4	44,0	9,2	9,0

Bei verschiedener Düngung wurden u. a. im Durchschnitt von 6 aufeinander folgenden Versuchsjahren folgende Zahlen für die Zusammensetzung der Runkeln beobachtet.[2])

	Wasser	Rohprotein	Zucker
Ungedüngt	83,4	1,1	11,4
Chilisalpeter	86,8	1,4	8,3
Schwefelsaures Ammoniak	85,1	1,6	9,6
Superphosphat + schwefels. Kali . . .	85,2	0,9	10,0
Desgleichen und Chilisalpeter	87,9	1,1	7,9
„ und schwefels. Ammoniak . .	86,7	1,0	8,6

Es sind also vornehmlich die stickstoffhaltigen Düngemittel, welche auch hier die Erträge bedeutend steigern und den Rohprotein-, aber auch den Wassergehalt der Rüben erhöhen. Dies zeigte sich auch in den Versuchen, welche J. König, A. Bömer und A. Scholl[3]) ausführten. Die Genannten fanden nämlich im Mittel von 7 an drei Orten angebauten Rübensorten:

Stickstoffdüngung	In der frischen Rübe		In der Trockensubstanz		
	Wasser %	Trockensubstanz %	Rohprotein %	Zucker %	Asche %
Mäßige	85,7	14,3	6,43	66,56	5,75
Mittlere	86,5	13,5	7,33	64,23	7,15
Starke	88,8	11,2	10,25	58,59	9,45

Die Wirkung der Stickstoffdüngung tritt dabei um so stärker hervor, je

[1]) H. Ritthausen, Journal für prakt. Chemie 65. Bd., S. 4.

[2]) J. B. Lawes und J. H. Gilbert, Memoranda of the origin. plan etc., Rothamsted 1885.

[3]) Veröffentlichungen der Landw.-Kammer f. d. Prov. Westfalen, 3. Heft, 1906.

ärmer die Rübensorten an Trockensubstanz und Zucker sind. So beobachteten die obengenannten Forscher an zwei, untereinander sehr verschiedenen Sorten (Tannenkrüger und Substanzia) folgendes in Prozent:

Stickstoff-düngung	Wasser in der frischen Rübe		In der Trockensubstanz Rohprotein		Zucker	
	Tannen-krüger	Sub-stanzia	Tannen-krüger	Sub-stanzia	Tannen-krüger	Sub-stanzia
Mäßige	88,4	83,5	7,04	6,38	61,34	67,98
Mittlere	89,6	83,9	8,31	8,13	60,33	66,38
Starke	90,3	87,1	11,81	9,38	39,01	62,75

Trockensubstanz- und zuckerreiche Sorten, sogenannte Halbzuckerrüben, behalten demnach auch bei starker Stickstoffdüngung im ersten Jahre ihren Charakter bei, büßen denselben aber bei fortgesetztem Anbau in reichlich mit Stickstoff gedüngtem Boden wahrscheinlich nach und nach ein.

Unter den Rohnährstoffen[1]) der Runkeln herrscht der Rohrzucker bei weitem vor, indem in der Trockensubstanz 40—80% an diesem Kohlenhydrat gefunden werden; daneben treten ansehnliche Mengen Pektinstoffe auf, die sich an dem Aufbau der Zellwandungen beteiligen. Die stickstoffhaltigen Bestandteile, deren Menge in den frischen Rüben 1—1,5% beträgt und 2,5% selten übersteigt, setzen sich zusammen aus einem sehr geringen Betrag an Eiweiß, in welcher Form nur ca. 20—50% des gesamten Rohproteins vorhanden sind, ferner aus organischen nicht-eiweißartigen Stickstoffverbindungen (Glutamin, Asparagin, Betain Leucin), welche die Hauptmenge des Rohproteins bilden, und aus Salpetersäure, die an Alkalien gebunden, ebenfalls einen beträchtlichen Teil (34—42%) des Rübenstickstoffs ausmacht.

Wenn man durch genügende Beigabe von Häcksel zu den zerkleinerten Rüben dafür sorgt, daß letztere gut gekaut werden, so werden die Nährstoffe derselben zu einem hohen Prozentsatz ausgenützt, vor allem die Kohlenhydrate, von denen der Wiederkäuer selbst bei sehr starker Rübenfütterung bis zu 98% verdaut. Auch das Schwein nützt die Runkeln recht gut aus und verdaut von denselben etwa gleichviel wie der Wiederkäuer (S. 48). Bezüglich der Nährwirkung der Rüben ist in Betracht zu ziehen, daß dieselben nur ganz geringe Mengen wirkliches Protein enthalten, von welchem oft anscheinend gar nichts verdaut wird; sie dienen, wie alle Wurzel- und Knollenfrüchte, nur zur Versorgung der Tiere mit stickstofffreien Nährstoffen, unter denen, wie bemerkt, der Rohrzucker vorherrscht, der an sich eine weniger konzentrierte Form der Kohlenhydrate darstellt und im Futterbrei der Wiederkäuer leicht zersetzt wird. Daher kommt es, daß 100 kg verdauliche organische Substanz, in der Form von Runkeln verabreicht, beim Rinde, wie der Verfasser beobachtete, nur 16,8 kg Körperfett, die gleiche Menge in Kartoffeln verfüttert, dagegen 25,2 kg zu erzeugen vermögen.

Besonders geschätzt sind die Rüben als Futter für die Milchkühe, welche davon pro Tag und Kopf 20—30 kg gut vertragen. Noch größere Mengen, bis

[1]) A. Rümpler, Die Nichtzuckerstoffe der Rübe, Braunschweig 1898.

zu 50 kg, kann man an Mastrinder verfüttern, und Schweine erhalten je nach ihrem Alter und Gewicht 2—10 kg. Bei dem Arbeits- und Jungvieh halte man sich an die S. 335 gegebenen Zahlen. An Wiederkäuer und Pferde werden die Runkeln in zerkleinertem Zustande roh, an Schweine am besten gekocht oder gedämpft, zusammen mit dem austretenden Saft verabreicht.

2. Zuckerrüben. — Dieselben zeigen, was ihre Zusammensetzung und ihre Verwendbarkeit als Futter betrifft, in jeder Beziehung eine große Ähnlichkeit mit den Runkelrüben, aus denen sie ja durch Züchtung hervorgegangen sind. Während sie etwa den gleichen Gehalt an Rohprotein, Rohfett und Rohfaser aufweisen wie die Runkeln, sind sie erheblich reicher sowohl an Trockensubstanz, deren Menge in den neueren Züchtungen 18—28, im Durchschnitt 25 % beträgt, als auch an Zucker, an welchem die besten Spielarten 16—18 % enthalten. Als Futter sind die Zuckerrüben daher etwa so zu beurteilen wie Runkeln, denen man etwa 10—12 % ihres Gewichts an Zucker zugesetzt hat. Dieser hohe Zuckergehalt wird voraussichtlich auch in der Nährwirkung zutage treten, indem die gleiche Menge verdaulicher Substanz in der Form der Zuckerrübe verfüttert, sich zum mindesten beim Wiederkäuer als etwas weniger wirksam erweisen wird, als in Form von Runkeln verabreicht. Die Schwankungen im Trockensubstanz- und Zuckergehalt sind bei der Zuckerrübe selbstverständlich von den gleichen Verhältnissen (Standraum, Düngung und Witterung) und in der gleichen Richtung beeinflußt, wie bei den Runkeln, derart, daß je größer die einzelnen Wurzeln werden, um so mehr der Trockensubstanz- und Zuckergehalt vermindert wird, und reichliche Düngung mit Stickstoff auch den Gehalt an Rohprotein, vor allem aber den an nicht-eiweißartigen Stickstoffverbindungen erhöht. Letztere bestehen hier aus denselben Stoffen (Amiden und Salpetersäure) und zeigen untereinander dasselbe Mischungsverhältnis wie bei den Runkeln. — Die Verdaulichkeit der Zuckerrüben ist, aus Versuchen[1]) zu schließen, die bis jetzt nur mit Schweinen ausgeführt worden sind, mindestens die gleiche wie die der Runkelrüben.

Was ihre diätetischen Wirkungen anbetrifft, so stehen auch in dieser Beziehung die Zuckerrüben den Runkelrüben gleich; da sie aber viel reicher an löslichen Bestandteilen sind, so wird man bei ihrer Einführung in die Ration am besten etwas langsamer zu Werke gehen müssen. Ihrem hohen Trockensubstanzgehalt wird man ferner auch bei der Bemessung der zulässigen Maximalgabe Rechnung zu tragen haben und von den frischen Wurzeln kaum mehr verabreichen dürfen, als etwa die Hälfte derjenigen Mengen, welche wir für die Runkelrüben angegeben haben. — In neuerer Zeit hat man damit begonnen, die Zuckerrüben in derselben Weise zu trocknen wie die Rübenschnitzel. Wenn auch Erfahrungen über die Haltbarkeit der so gewonnenen Dauerware noch ausstehen, so unterliegt es doch keinem Zweifel, daß die Verwendbarkeit der Zuckerrüben durch das Trocknen keine Einbuße, viel eher eine Erweiterung erfahren dürfte, insofern als die getrockneten Zuckerrüben für die Pferdefütterung geeigneter erscheinen als die frischen.

---

[1]) Fr. Lehmann, Landw. Jahrbücher 30. Bd., 1902, II. Ergänzungsband, S. 161.

3. Die **Mohrrüben** enthalten 10—20, durchschnittlich 13 % Trockensubstanz, welch letztere eine den übrigen Wurzelgewächsen sehr ähnliche Zusammensetzung aufweist. Unter den stickstoffhaltigen Substanzen herrschen solche nichteiweißartiger Natur nicht in dem Maße vor, wie bei den Runkeln, sondern es sind in der Regel nur 30—40 % des Rohproteins Nicht-Eiweiß; nur bei sehr reichlicher Stickstoffdüngung, die auch hier den Wassergehalt beträchtlich erhöht, findet sich bis zur Hälfte des Rohproteins und mehr in der Form von Amiden und Salpetersäure vor. Unter den stickstofffreien Extraktstoffen ist stets eine ziemlich große Menge Zucker, durchschnittlich 6—7 % der frischen Wurzeln, daneben u. a. Stärkemehl und Pektin vorhanden. — In ihrer Verdaulichkeit stehen die Mohrrüben den anderen Wurzelgewächsen nicht nach, indem nach Beobachtungen[1]) beim Pferde von der organischen Substanz 95, vom Rohprotein 89, von der Rohfaser 90 und von den stickstofffreien Extraktstoffen 97 % zur Ausnützung gelangen. — Bei ihrer Verfütterung verfährt man nach denselben Grundsätzen wie bei den anderen Rübenarten, denen gegenüber ihnen jedoch eine besonders günstige diätetische Wirkung zugeschrieben wird. So gelten sie namentlich als Vorbeugungsmittel gegen die Druse, gegen die erhitzende Wirkung des Futters beim Übergang zur Winterfütterung, gegen Entzündungskrankheiten der Verdauungsorgane; auch sollen sie den Eingeweidewürmern ihren Aufenthalt im Darm verleiden. An Pferde verabreicht man an geschnittenen rohen Mohrrüben täglich pro Kopf höchstens 10 kg, an Mastrinder bis zu 40, an Milchvieh bis zu 30 kg und an Jungvieh entsprechend weniger. Bei Schweinen, an die sie gekocht oder gedämpft verfüttert werden, können sie neben den erforderlichen Ergänzungen das Hauptfutter bilden.

4. Die **Kohlrüben** (Wruken), mit einem Trockensubstanzgehalte, der zwischen 8 und 15 % schwankt und im Durchschnitt 12 % beträgt, stehen in ihrem Nährstoffgehalte und in ihrer Verdaulichkeit den Runkeln und Mohrrüben nahe. Trotz der reichlichen Düngung, die ihnen zumeist zuteil wird, findet sich doch die größere Hälfte ihrer Stickstoffsubstanz in der Form von Eiweiß und nur ca. $^{2}/_{5}$ in nicht-eiweißartigen Stoffen vor. Auch enthalten dieselben eine ansehnliche Menge Zucker, nämlich 5—8 % der frischen Wurzeln. — Bei der Verfütterung der Kohlrüben an Milchvieh, das sie gern annimmt und gut verträgt, hält man sich in mäßigen Grenzen, und gibt nicht gern mehr als 20 kg, weil die Milch und die Butter zuweilen den Geschmack der Rüben annimmt. Untersuchungen von H. **Weigmann**[2]) haben gezeigt, daß es sich hierbei sowohl um einen Übergang von Stoffen aus der Rübe in die Milch, als auch um die Wirkung dem Futter anhaftender Bakterienarten handelt, die sich durch Pasteurisieren der Milch vernichten lassen. Mastrinder vertragen bis zu 40 kg sehr gut und auch bei Jungvieh kann man sie im zweiten Jahr als Nebenfutter verwenden. An Schweine können sie gekocht oder gedämpft als Hauptfutter, an die übrigen Tiergattungen roh gegeben werden.

---

[1]) A. **Müntz**, Annales de l'Institut Nat. agr. 8. Bd., 1883.
[2]) Landw. Jahrbücher 37. Bd., 1908, S. 261.

5. Die Stoppelrüben (Wasserrüben, Brachrüben, Turnips) sind unter allen Rübenarten die wasserreichsten, indem sie durchschnittlich nur 8—9% Trockensubstanz, bei Schwankungen von 5—14% enthalten. Von ihrem Rohprotein ist bis zur Hälfte in der Form nicht-eiweißartiger Stoffe vorhanden und unter den Kohlehydraten überwiegt auch hier der Rohrzucker, der auf die frischen Rüben bezogen durchschnittlich 5% beträgt. Ihr hoher Wassergehalt gebietet, die täglich zu verfütternden Mengen noch mehr einzuschränken, als dies bei anderen Rübenarten nötig erscheint. Man gibt sie daher nur als Nebenfutter an Milchvieh, Mastrinder und Schweine; beim Milchvieh geht man am besten nicht über 10—12 kg hinaus, weil auch dieses Futter der Milch und der Butter leicht einen unangenehmen Geschmack erteilt.

6. Die Kartoffeln. — Je nach den Boden-, Witterungs- und Düngungsverhältnissen, dem Grade der Ausreifung und der Art der Aufbewahrung stellt sich der Wassergehalt der Kartoffeln auf 64—83% und beträgt im Durchschnitt 75%. Unter den festen Bestandteilen herrscht bekanntlich das Stärkemehl vor, an welchem in den frischen Knollen im Minimum 14—15%, im Maximum 23—24%, im Mittel 18—19% vorhanden sind. Daneben finden sich geringe Mengen anderer Kohlenhydrate (Dextrin, Rohrzucker und Glukose) vor. Der Gehalt an Rohfaser ist ein geringer, er beträgt durchschnittlich nur 0,75%. An stickstoffhaltigen Stoffen sind die Kartoffeln besonders arm, indem sie trotz ihres nicht geringen Gehaltes an Trockensubstanz durchschnittlich nur 2% Rohprotein enthalten; wie bei den Rüben, so zeigt sich auch bei den Kartoffeln eine gewisse Beziehung zwischen Wasser- und Rohproteingehalt, indem bei hoher Wässerigkeit sich in der Trockensubstanz mehr Stickstoffsubstanz findet als im entgegengesetzten Falle. Von dem Rohprotein kommen 50—60% in Form von Protein vor, und zwar verhält es sich auch hier so, daß je höher der Gehalt an Stickstoffsubstanz, um so größer auch der auf das Nichteiweiß entfallende Anteil derselben ist. Der Gehalt an wirklichem Eiweiß ist daher auch in der Kartoffel sehr niedrig, indem die frischen Knollen durchschnittlich nur 1—1,2% enthalten. Auch der Fettgehalt (0,15%) ist ganz unbedeutend. Unter den Mineralstoffen, die in der Höhe von 0,5—1,5, durchschnittlich 1%, in dieser Frucht vorkommen, tritt besonders der Kalk sehr zurück, da in 1 kg frischen Knollen im Mittel nur 0,3 g an diesem knochenbildenden Stoffe vorhanden sind. — In den Kartoffeln findet sich ferner regelmäßig ein zu den Glukosiden gehöriger Giftstoff, das Solanin, über dessen Menge in neuerer Zeit M. Wintgen[1]) und F. v. Morgenstern[2]) Untersuchungen angestellt haben. In 1 kg frischen Knollen fand ersterer bei einer Anzahl verschiedener Sorten 0,0172—0,1059 g, letzterer in 18 Sorten Speisekartoffeln 0,035—0,35, durchschnittlich 0,125 g, in 9 Sorten Wirtschaftskartoffeln etwas weniger, nämlich 0,029—0,093, durchschnittlich 0,058 g Solanin. An Kartoffeln, die in Vegetationsgefäßen kultiviert worden waren, stellte

---

[1]) Zeitschr. f. Unters. der Nahrungs- und Genußmittel 12. Bd., 1906, S. 113.

[2]) Landw. Versuchsstationen 65. Bd., 1907, S. 301, woselbst auch die ältere Litteratur angegeben ist.

v. Morgenstern ferner fest, daß auf Sandboden gewachsene Knollen im Kilogramm 0,110, auf Humusboden gewachsene 0,076 g, in trocken gehaltenem Sandboden 0,133, in feucht gehaltenem Humusboden dagegen nur 0,045 g Solanin aufwiesen. Die Düngung wirkte nach dem eben Genannten insofern ein, als Stickstoffzufuhr die Menge des Solanins etwas erhöhte, Kalidüngung dieselbe verminderte und Phosphatdüngung ohne Einfluß blieb. Am reichsten an Solanin erwiesen sich die Kartoffelkeime, welche bei 15 cm Länge in 1 kg 4,76, im oberen Drittel mit der Spitze 8,64, im mittleren Teil 2,57 und im unteren Drittel 3,06 g Solanin enthielten. In den Schalen geschrumpfter Knollen fand er 1,08 %, in den Schalen gekochter Kartoffeln 0,45 %, beide Angaben auf Trockensubstanz bezogen. Eine bedeutende Anreicherung an Solanin fast bis zur 3fachen Menge des ursprünglichen Gehaltes wurde in solchen Kartoffeln beobachtet, die am Lichte gelegen hatten und einseitig ergrünt waren. Wie Wintgen und v. Morgenstern übereinstimmend feststellten, vermehrt sich jedoch der Solaningehalt weder beim Lagern, noch beim Faulen der Knollen; auch schorfige Kartoffeln enthalten nach dem letztgenannten nicht mehr Solanin, wie gesunde.

Zwischen unreifen und gut ausgereiften Kartoffeln besteht ein großer Unterschied, wie die nachstehenden Untersuchungen U. Kreuslers[1]) von Knollen in verschiedenen Wachstumsstadien zeigen:

	Wasser %	Rohprotein %	Rohfett %	Stickstofffreie Extraktstoffe %	Rohfaser %	Asche %
9. Juli . . .	86,52	1,99	0,20	9,88	0,70	0,71
7. August . .	79,02	1,65	0,09	17,77	0,67	0,80
10. September .	76,69	2,66	0,05	19,13	0,56	0,91

Wie man hieraus ersieht, vermindert sich allmählich der Wassergehalt der wachsenden Knollen, während stickstofffreie Extraktstoffe in großen Mengen einwandern. Unter den letzteren fand sich anfangs etwas (1,11 %) Glukose, von der aber in den beiden später geernteten Knollenproben nichts mehr vorhanden war; am raschesten ging die Zunahme des Stärkegehaltes von statten, indem in den drei Stadien 6,83, 15,08 bezw. 17,14 % gefunden wurden. Von Rohprotein waren am 9. Juli 0,63, am 10. September 0,87 %, d. i. 32 bezw. 33 Teile von 100, in der Form nicht-eiweißartiger Stickstoffverbindungen, worunter nur Spuren von Salpetersäure, vorhanden.

Auch der Boden und die Düngung beeinflussen die Zusammensetzung der Kartoffeln. Auf mäßig feuchtem lehmigem Sande erzielt man die trockensubstanz- und stärkereichsten Knollen, während schwerer, namentlich feuchter Boden und nasse Witterung wasserreiche, stärkearme Kartoffeln erzeugen und den Stärkegehalt sonst guter Sorten um den bedeutenden Betrag von 6—10 % herab-

---

[1]) Landw. Jahrbücher 15. Bd., 1886, S. 328; zahlreiche andere Beobachtungen hierüber, wie über den Einfluß anderer Verhältnisse finden sich in der Zusammenstellung von Th. Dietrich und J. König, Über die Zusammensetzung der Verdaulichkeit der Futtermittel, Berlin 1891, 1. Bd., S. 266.

zudrücken vermögen. Reiche Stickstoffdüngung steigert zwar den Rohertrag, die Knollen werden aber nährstoffärmer. So fand z. B. M. Maercker[1]) in den frischen Knollen in Prozenten:

	Ohne Düngung	Chilisalpeter pro Hektar 200 kg	400 kg	600 kg
Trockensubstanz	24,8	23,5	22,5	20,9
Stärkemehl	19,3	18,1	16,7	13,3
In der Trockensubstanz:				
Eiweiß	5,94	6,56	7,06	7,06
Nicht-eiweißartige Stickstoffverbindungen	1,18	1,07	2,06	4,24
Stärkemehl	77,5	77,1	74,0	63,6
Andere Kohlenhydrate	9,4	8,9	10,7	17,4

Zahlreich sind ferner die Beobachtungen, nach denen Kainit, Karnallit und andere an Nebensalzen reiche kalihaltige Düngemittel den Trockensubstanz- und Stärkegehalt der Kartoffeln um mehrere Prozente herabsetzen;[2]) 40 prozentiges Kalisalz übt diesen Einfluß in geringerem Grade aus als Kainit, und letzterer zeigt die nachteilige Wirkung in schwächerem Grade oder gar nicht, wenn er zur Vorfrucht gegeben wird. Im Frühjahr angewandt, vermindert der Kainit den Stärkegehalt durchschnittlich um 3%, im Herbst in den Boden gebracht, um nur ca. 1½%. Die neueren Züchtungen sollen jedoch widerstandsfähiger gegen diese Einflüsse sein. — Die phosphorsäurehaltigen Düngemittel wirken im allgemeinen günstig auf die Qualität der Kartoffeln ein und heben die nachteiligen Folgen einseitig gegebenen Stickstoff- und Kalidüngers zum Teil auf.

Der Nährwert der Kartoffeln wechselt ferner sehr mit der Varietät. Frühreife Sorten geben bekanntlich nicht nur niedrigere Erträge, sondern sind in der Regel auch wasserreicher als spätreife. Bestimmte Zahlen lassen sich aber auch hier nicht aufstellen. Bei den Kartoffeln ist man jedoch stets in der Lage, sich mit Hilfe einer Kartoffelwage und den zugehörigen Tabellen ziemlich rasch und leicht über den Nährstoff- (Trockensubstanz- und Stärke-) Gehalt zu unterrichten.

Was die Verdaulichkeit der Kartoffeln anbetrifft, so haben die Versuche mit verschiedenen Tiergattungen ergeben, daß die Kohlenhydrate dieses Futtermittels sehr hoch, bis zu 99% und durchschnittlich zu 90%, ausgenützt werden, wogegen vom eigentlichen Protein kaum etwas verdaut und unter den stickstoffhaltigen Stoffen nur das Nichteiweiß resorbiert wird. In allen denjenigen Fällen der Fütterung, in welchen man auf eine gewisse Eiweißzufuhr Gewicht zu legen hat, ist bei Kartoffelfütterung gleichzeitig eine geeignete Menge proteinreicher Futterstoffe namentlich in Form mild wirkender Sorten von Ölkuchen zu verabreichen.

Vor der Verfütterung roher Kartoffeln besteht allenthalben eine gewisse Scheu, die darin begründet ist, daß dieselben in diesem Zustande eine

---

[1]) Zentralblatt für Agrikulturchemie 12. Bd., 1883, S. 365.
[2]) M. Maercker, Kalidüngung, 2. Aufl., Berlin 1893, S. 187.

eigentümliche Schärfe besitzen, die Absonderungen im Magen und Darm stark anregen und die Beschaffenheit der tierischen Säfte in nachteiliger Weise verändern. Wenn man diesen Wirkungen nicht durch besondere Maßregeln vorbeugt, so treten leicht Verdauungsstörungen ein, wie Durchfall, Aufblähen, Kolik, bei tragenden Tieren Verwerfen, bei jungen Tieren verschiedene Formen der Lähme und andere auf fehlerhafte Blutbeschaffenheit beruhende Krankheiten. Derartige, bis zur höchsten Potenz gesteigerte Wirkungen der rohen Kartoffeln hat man namentlich in früheren Zeiten beobachtet, als die Fütterungs- und Gesundheitslehre noch der wissenschaftlichen Grundlagen entbehrte. Man verfütterte damals ganz kolossale Mengen rohe Kartoffeln, bis zu 50 kg an volljährige Rinder, ohne dabei ein mildernd wirkendes Beifutter zu verwenden, und da die Viehhaltung im ganzen noch im argen lag, die Tiere im Winter sich ziemlich allgemein in nicht sehr kräftigem Ernährungszustande befanden, so traten jene üblen Wirkungen natürlich besonders stark hervor. Durch ein geeignetes Fütterungsverfahren lassen sich, wie heutzutage bekannt, jene Nachteile vermeiden oder doch auf ein geringes Maß einschränken. — Zunächst muß man nämlich im Auge behalten, daß die Widerstandsfähigkeit der Tiere gegen die in Rede stehenden schädlichen Wirkungen der rohen Kartoffeln sehr verschieden ist. Die geringste Empfindlichkeit zeigt das Rind, empfindlicher ist das Schaf, am empfindlichsten das Pferd. Man wird daher immer, wenn man viel Kartoffeln zur Verfügung hat, die Verteilung so vornehmen, daß nach Abzug der für die Schweine zu verwendenden Menge zuerst das Rindvieh und die Schafe in Betracht gezogen werden, und erst dann, wenn von diesen Tieren der Vorrat nicht bewältigt werden kann, auch eine Verabreichung an Pferde ins Auge gefaßt wird. — Am wenigsten bedenklich ist die Verfütterung der rohen Kartoffeln an Mastrinder, denen man auf 1000 kg Lebendgewicht bis zu 60 kg geben kann, jedoch unter der Bedingung, daß man die Gaben ganz allmählich steigert und ebenso langsam wieder abbricht, wenn man zu anderer Fütterungsweise übergehen will. Ist ein solcher Übergang schon bei allen übrigen Futtermitteln geboten, so erscheint er bei der scharfen, reizenden Wirkung der rohen Kartoffeln ganz besonders nötig. Ferner ist die Zugabe anderer mild wirkender Futterstoffe, vor allem der Leinkuchen unerläßlich, deren Menge bei einer Gabe von 60 kg rohen Knollen etwa 3 kg betragen sollte. Bei kleineren Kartoffelrationen können andere, nicht fettarme Ölkuchen oder deren Mehle an die Stelle der Leinkuchen treten. Hat man noch Rüben zur Verfügung, so lassen sich dieselben recht gut mit den rohen Kartoffeln zusammen verfüttern, nur ist dann die Kartoffelgabe um die Hälfte des Rübenquantums zu vermindern. Arbeitsochsen sollen rohe Kartoffeln nur als Nebenfutter in Mengen erhalten, die 20 kg pro 1000 kg Lebendgewicht nicht überschreiten, da arbeitende Tiere den Reizwirkungen derartigen Futters besonders zugänglich sind. Auch an Milchvieh lassen sich die Kartoffeln in rohem Zustande verfüttern, wobei man ebenso wie bei Mastrindern verfährt, jedoch sind 25 kg auf 1000 kg Lebendgewicht das höchst zulässige Maß. Größere Gaben erzeugen leicht eine wässerige Milch von unangenehmem Beigeschmack, der noch nach der Entziehung der Kartoffeln längere Zeit bestehen

bleibt; auch läßt sich die Milch nach übermäßiger Verfütterung roher Knollen schlecht verbuttern, und die Butter ist von geringer Qualität. Hält man sich aber an das angegebene Maß und sorgt für die Beigabe geeigneter Kraftfuttermittel, insbesondere fettreicher Ölkuchen bezw. Ölkuchenmehle, so treten diese Übelstände nicht auf; zu vermeiden ist selbstverständlich die gleichzeitige Verabreichung aller solcher Futtermittel, die an sich schon einen Reiz auf die Verdauungsorgane ausüben, wie Rapskuchen, Malzleime, Melasse usw., oder die infolge ihrer Wässerigkeit (Schlempe, nasse und sauere Schnitzel) dünne Milch liefern und Durchfall erzeugen. Die Gesamtmenge der trocknen Futterstoffe (Heu, Spreu, Ölkuchen usw.) soll ferner im Gewicht ebensoviel betragen, als die rohen Kartoffeln wiegen, die man verfüttern will. An Kühe, die abgemolken und fett gemacht werden sollen, kann man in den letzten Monaten der Laktationsperiode bis zu 40 kg rohe Kartoffeln pro Tag und 1000 kg Lebendgewicht verabreichen. Dem Jungvieh sind in den beiden ersten Lebensjahren nennenswerte Mengen Kartoffeln überhaupt nicht zu geben, und auch bei Kühen vor dem erstmaligen Kalben ist die Kartoffelfütterung nicht am Platze; dagegen ist dieselbe wieder geeignet für Ochsen nach dem vollendeten zweiten Lebensjahre in Mengen von 10—15 kg pro Tag und 1000 kg Lebendgewicht. Schafe vertragen die rohen Kartoffeln fast ebensogut wie das Rind, man gehe jedoch nicht über 25 kg pro Tag und 1000 kg Lebendgewicht, nur bei Mastschafen kann die Gabe auf 40 kg gesteigert werden. Für Pferde, von denen man rasche Arbeit und Ausdauer fordert, sind die rohen Kartoffeln noch weniger geeignet wie die Rüben, jedoch können auch hier kleine Gaben, 1,5—2,5 kg pro Tag und Kopf, nicht nur ohne jede nachteilige Wirkung, sondern mit dem willkommenen Erfolge, die Verdauung anzuregen und Verstopfungen zu beseitigen, verfüttert werden. In dieser Hinsicht sind gerade die rohen Kartoffeln ein anerkanntes und oft verwendetes Heilmittel. An Pferde bei gewöhnlicher langsamer Arbeit, sowie an Fohlen im 3. und 4. Lebensjahre werden vielfach die Kartoffeln in rohem Zustande in Mengen bis zu 12 kg pro Tag und 1000 kg Lebendgewicht als Ersatz eines Drittels der Körnerration verfüttert. Wichtig ist dabei, daß man nur gesunde, gute ausgereifte, nicht gekeimte Knollen verwendet, die An- und Abgewöhnung möglichst langsam bewerkstelligt und eine etwas größere Menge Heu verfüttert. Hier wie für alle anderen Tiere werden die Knollen in Scheiben geschnitten, mit Häcksel und Salz gemischt verabreicht. Immer aber ist bei der Verfütterung roher Kartoffeln an Pferde strengste Aufsicht nötig; wer diese nicht ausüben kann, lasse lieber seine Hand davon; denn stets besteht bei reichlicher Kartoffelfütterung bei Pferden die Neigung zu Kolik und Verdauungsstörungen, und es ist hierbei gleichgültig, ob die Knollen roh oder gedämpft verabreicht werden. Im rohen Zustande bewirken sie Darmreizung und Durchfall, geämpft oder gekocht Verschleimung oder Versauerung der Verdauungsorgane. Möglicherweise lassen sich diese beiden sich entgegengesetzt äußernden Wirkungen aufheben, wenn man einen Teil roh, den anderen gekocht zusammen verfüttert. Bei Schweinen bilden die Kartoffeln oft das Hauptfutter, man gibt sie aber stets gedämpft oder gekocht, weil sie unzubereitet von dieser Tiergattung sehr schlecht verdaut werden.

Häufiger als im rohen Zustande werden die Kartoffeln gekocht oder gedämpft verabreicht, wobei man das Wasser, welches zum Kochen gedient hat, oder die Flüssigkeit, die sich beim Dämpfen kondensiert, nicht mitverfüttern soll. Derartig zubereitet bilden die Kartoffeln jedoch eine reizlose, fade Nahrung und geben weit leichter Veranlassung zu Verdauungsstörungen, als andere gekochte oder gedämpfte Futtermittel. Für das Pferd sind sie erfahrungsgemäß mindestens ebenso gefährlich wie die rohen Knollen. Man verfüttert sie nach der erwähnten Zubereitung an Rinder und Pferde immer in Mischung mit Häcksel, der man auch andere zerkleinerte Futterstoffe, jedoch nicht ganze Körner zusetzen kann; um diese reizlose Beschaffenheit etwas auszugleichen, fügt man den etwas verstärkten Tagesbedarf an Salz hinzu. Rinder vertragen von den gedämpften oder gekochten Knollen etwas mehr als von den rohen. — Von den anderen Zubereitungsmethoden gelangen zuweilen das Auslaugen (S. 285), die Herstellung süßer Maische (S. 294) und die Bereitung von Gärfutter (S. 296) zur Anwendung.

Durch die seit einigen Jahren eingeführte Kartoffeltrocknung[1]) ist es gelungen, nicht nur den erheblichen Verlusten aus dem Wege zu gehen, welche die frischen Kartoffeln bei der Aufbewahrung in Kellern und Mieten erleiden, sondern auch ein Futtermittel herzustellen, das gegenüber den frischen Kartoffeln in bezug auf Verwendbarkeit und Bekömmlichkeit sehr große Vorzüge besitzt. Man verwendet gegenwärtig zur Trocknung der Kartoffeln entweder wie bei der Trocknung der Rübenschnitzel (S. 274) mit Luft gemischte Feuergase und läßt diese auf die in Scheiben, Stifte oder Schnitzel geschnittenen Knollen einwirken, oder man dämpft zuerst die rohen Kartoffeln und preßt die Masse darauf zwischen langsam rotierenden, dampfgeheizten Walzen zu einer papierdünnen Schicht aus, die auf den Walzen selbst rasch trocknet und durch schräg gestellte Messer abgetrennt wird. Je nach dieser ihrer Herstellungsweise tragen die Produkte die Bezeichnung Scheiben bezw. Schnitzel, wenn Feuergase zur Trocknung gedient haben, oder die Bezeichnung Flocken, wenn sie nach vorangegangenem Dämpfen zwischen Walzen getrocknet worden sind. Neuerdings hat sich zu den beiden genannten ein drittes Verfahren gesellt, durch welches die Entfernung des Wassers auf einem etwas anderen Wege, nämlich durch Auspressen des größten Teiles des Fruchtwassers aus den frischen Knollen erreicht wird. Die rohen Kartoffeln werden hier zuerst zu Brei zerrieben, sodann zwischen zwei eng aneinander stehenden durchlochten, mit Segeltuch bespannten Walzen hindurchgeführt, die einen Teil des Fruchtwassers absaugen; das Reibsel gelangt darauf, zwischen Tücher eingeschlagen, in hydraulische Pressen, wo ein weiterer, größerer Teil des Fruchtwassers abgepreßt wird. Der Brei wird schließlich bei gelinder Wärme getrocknet und bildet eine krümelige, etwas dunkel gefärbte Masse von angenehmem, an frisches Brot erinnernden Geruch: die Preßkartoffeln. Bei der Herstellung der Flocken und Schnitzel geht von den Nährstoffen der angewandten Knollen so gut wie nichts verloren, und auch die Verdaulichkeit scheint bei

---

[1]) E. Parow, Die Kartoffeltrocknerei, Berlin 1907.

vorsichtigem Trocknen keine Verminderung zu erleiden, indem nach Beobachtungen des Verfassers[1]) im Durchschnitt von 6 mit verschiedenen Trocknungsprodukten angestellten Ausnützungsversuchen die organische Substanz der Schnitzel und Flocken von Schweinen nur um 3—4% schlechter, von Schafen sogar um 3—4% besser verdaut wurde als die der gedämpften bezw. frischen Kartoffeln. Bei der Herstellung der Preßkartoffeln geht jedoch mit dem Fruchtwasser immer ein Teil der löslichen Bestandteile der rohen Kartoffeln verloren. Da der Kartoffelsaft aber nicht mehr als 3% lösliche Teile (Amide und Eiweiß, Zucker, Salze) enthält, so hat dieser Verlust nicht allzuviel zu bedeuten. Vor allem vermindert sich beim Auspressen der Gehalt an Rohprotein und Aschenbestandteilen. Gegenüber den Flocken und Schnitzeln, die durchschnittlich 7,4% Rohprotein, 4,4% Eiweiß und 3,9% Asche enthalten, finden sich in den Preßkartoffeln nur etwa 3% Rohprotein, 2,2% Eiweiß und 2,0% Asche. Trotzdem erscheint die Verdaulichkeit der Preßkartoffeln nach des Verfassers Ermittelungen[2]) im allgemeinen nicht vermindert zu sein und nur beim Rohprotein deutlich niedriger zu liegen (27%) als bei den anderen Arten von Trockenkartoffeln (55—76%), — In bezug auf die Schmackhaftigkeit besteht zwischen Schnitzeln und Flocken beim Wiederkäuer und Pferde kaum ein Unterschied, indem beide Produkte gleich gern und ohne Widerwillen verzehrt werden. Dagegen nehmen Schweine von Flocken im allgemeinen größere Mengen auf als von Schnitzeln, wahrscheinlich weil die in Feuergasen getrockneten Produkte selbst nach vollständigem Aufweichen in heißem Wasser oder Dampf doch einer etwas langsameren Verdauung unterliegen, vielleicht auch weil bei Anwendung von Feuergasen unter Umständen Flugasche, teerartige Produkte oder etwas schweflige Säure in das Trockengut übergehen. Die Preßkartoffeln scheinen den Flocken in bezug auf Schmackhaftigkeit noch etwas überlegen zu sein:

Ausgedehnte Beobachtungen haben gelehrt, daß die Bekömmlichkeit und Wirkung der drei hier beschriebenen Sorten von Trockenkartoffeln bei allen Tiergattungen ausgezeichnet sind. Bei Mästungsversuchen, die von W. Schneidewind[3]) mit Ochsen ausgeführt und bei denen 5,53 kg Maisschrot pro Tag und 1000 kg Lebendgewicht durch eine entsprechende Menge Kartoffelschnitzel ersetzt wurden, stellte sich in einem 12wöchigen Versuch die tägliche Zunahme pro Stück auf 1,11 kg bei Mais und 1,10 kg bei den Kartoffeln. Bei Milchvieh blieb nach Beobachtungen von J. Hansen[4]) der Ersatz von 40 kg rohen Kartoffeln durch 8,95 kg eingeweichte Kartoffelschnitzel, die auf 1000 kg Lebendgewicht pro Tag verfüttert wurden, ohne jeden Einfluß auf den Milchertrag und die ermolkene Fettmenge, indem bei den rohen Kartoffeln pro Tag und Kuh 12,78 kg Milch mit 392 g Fett, bei den Trockenkartoffeln 12,79 kg Milch mit 399 g Fett erhalten

[1]) Landw. Versuchsstationen 68. Bd., 1908, S. 39.
[2]) Ebenda 73. Bd., 1910, S. 237.
[3]) Landw. Jahrbücher 33. Bd., 1904, S. 318.
[4]) Fühlings landw. Zeitung 54. Jahrg., 1905, S. 746.

wurden. Bei Pferden wurde nach Beobachtungen[1]) an 156 Tieren weder die Leistungsfähigkeit noch der Gesundheitszustand in irgend einer Beziehung nachteilig beeinflußt, als man 33 bezw. 40% des Körnerfutters durch Kartoffelflocken oder Kartoffelschnitzel ersetzte; das Kartoffelfutter hatte vielmehr in einzelnen Fällen eine günstige Wirkung auf den Ernährungszustand und den Verlauf des Haarwechsels. Ganz besonders bewährt haben sich die Kartoffelflocken bei der Schweinemast. Nach ausgedehnten Untersuchungen, die hierüber in der letzten Zeit angestellt worden sind,[2]) müssen die verdaulichen Nährstoffe dieser Art von Trockenkartoffeln wie auch der Preßkartoffeln[3]) als durchaus vollwertig und geeignet betrachtet werden, die gedämpften Kartoffeln, die Gerste, den Mais, wie überhaupt alle Arten von Getreideschrot bei der Schweinemast zu ersetzen. Sofern man den Tieren das erforderliche Eiweiß in geeigneter Menge und Form (Magermilch, Fleisch- und Fischfuttermehl usw.) zuführt, kann das gesamte übrige Futter aus Flocken bestehen und dabei ein voller Masterfolg, sowie eine Schlachtware bester Qualität (festes dunkles Fleisch und kerniger Speck) erzielt werden. Nicht ganz so ausgezeichnet wie die Flocken und Preßkartoffeln, aber immer noch als ein sehr brauchbares Futter haben sich die Kartoffelschnitzel bei der Schweinemast bewährt; während nämlich von den Flocken täglich auf 1000 kg Lebendgewicht durchschnittlich bis zu 25 kg zum Verzehr gebracht werden konnten, wurden von den Schnitzeln im Durchschnitt nur etwa 16—20 kg aufgenommen und bei Schnitzelfütterung auch ein etwas geringerer Lebendgewichtszuwachs beobachtet. Einzelne Fälle, in denen jedoch Flocken und Schnitzel gleich gern verzehrt wurden und gleich günstig gewirkt haben, rechtfertigen die Hoffnung, daß das billigere Verfahren der Kartoffeltrocknung mittels Feuergasen sich bis zu demselben Grade vervollkommnen lassen wird, der bei der Herstellung von Flocken bereits erreicht ist. — Man verabreicht die Trockenkartoffeln an Pferde am besten angefeuchtet in Mischung mit Häcksel, an Rindvieh ebenso oder mit heißem Wasser oder Schlempe aufgequollen, und an Schweine gebrüht oder ebenfalls in kurz vor der Fütterung angefeuchtetem Zustande.

7. Die **Topinamburknollen** sind in ihrer Zusammensetzung[4]) den Kar-

---

[1]) R. Schmieder und H. Neubauer, Gisevius und Hangen, Kuhnert Unger und Zielstorff im Berichte über Landwirtschaft, herausgegeben im Reichsamte des Innern, Heft 11, 1909, S. 1—54.

[2]) W. Schneidewind, Ill. landw. Zeitg. 1907, Nr. 77, S. 673; M. Gerlach, 4. Ber. über die Tätigkeit des Versuchsgutes Pentkowo 1906; J. Hansen, Landw. Jahrbücher 37. Bd., 1908, 3. Ergänzungsband S. 207—228; F. Honcamp und Luers, Gisevius und Hangen, Alves und A. Hummel, W. Schneidewind, A. Köhler und F. Heinke, M. Gerlach, M. Schmöger, A. Kleemann, Clausen, W. Zielstorff und B. Reichert, Schmucker, A. Bömer, H. Neubauer, J. Klein, Wenck in Berichten über Landwirtschaft, herausgegeben im Reichsamte des Innern, Heft 11, 1909, S. 55 und Heft 12.

[3]) H. Neubauer, M. Gerlach, W. Schneidewind, W. Zielstorff, A. Köhler, A. Bömer, F. Honcamp und Th. Henkel in Berichten über Landwirtschaft, herausgegeben im Reichsamte des Innern, Heft 23, 1911.

[4]) P. Behrend, Journal für Landw. 52. Bd., 1904, S. 127.

toffeln ziemlich ähnlich. Sie unterscheiden sich von letzteren durch einen etwas höheren Wassergehalt, der 75—84, durchschnittlich 79—80% beträgt und durch die Form der in ihnen vorkommenden Kohlenhydrate; während nämlich in den Kartoffeln unter den stickstofffreien Stoffen das Stärkemehl vorherrscht, überwiegt in den Topinamburknollen ein seltener vorkommendes Kohlenhydrat, das Lävulin (Synanthrose), neben welchen noch Inulin und Glukose auftreten. Von der Stickstoffsubstanz ist etwa ebensoviel, nämlich 53—76, durchschnittlich 62% in der Form von Eiweiß enthalten, wie in den Kartoffeln. Ihre Verdaulichkeit ist jedenfalls sehr groß, da bei dem allerdings einzigen Versuch, der bis jetzt vorliegt und mit einem Pferde ausgeführt worden ist,[1]) von der organischen Substanz 93,1, vom Rohprotein 80,6 und von den stickstofffreien Extraktstoffen 96,2% verdaut worden sind. Mit Bezug auf ihr diätetisches Verhalten verdient erwähnt zu werden, daß auch sie, in größeren Gaben verfüttert, wässerige Milch[2]) und Durchfall erzeugen. Da man nur selten über sehr große Mengen Topinamburknollen verfügt, so ist man auch nicht oft gezwungen, sie als Hauptfutter zu verwenden. Bei ihrer Verfütterung hält man sich am besten innerhalb der Grenzen, welche weiter oben für rohe Kartoffeln angegeben sind.

IV. Die Körnerarten.

Wie die Zusammensetzung der grün geernteten Pflanzen und der Wurzel- und Knollengewächse, so ist auch diejenige der Körnerarten beträchtlichen Schwankungen unterworfen, die von gleichen oder ähnlichen Verhältnissen abhängen wie bei anderen Pflanzenteilen.

Schon der **Entwicklungszustand** der Körner zur Zeit der Ernte prägt sich deutlich in ihrer Zusammensetzung aus, indem die Nährstoffe, welche in den Samen niedergelegt werden, während der Fruchtbildung nicht in allen Stadien in demselben Mischungsverhältnis, wie es sich im reifen Korn vorfindet, einwandern, sondern die stickstoffhaltigen und mineralischen Stoffe früher der Frucht zuströmen wie die Kohlenhydrate. Demzufolge sind unreife Körner reicher an Stickstoffsubstanz und Asche, dagegen ärmer an Kohlenhydraten als ausgereifte. Ferner besitzen die organischen Stoffe beim Eintritt in die Samen eine andere Form, als später; das Eiweiß, welches bei der Reife vorhanden ist, gelangt nicht als solches, sondern in der Form verschiedener nicht-eiweißartiger Stickstoffverbindungen in die Körner und wird erst dort unter Mitwirkung von Kohlenhydraten erzeugt; und auch die stickstofffreien Stoffe treten in gelöster Form, zum großen Teil als Zucker (Glukose, Rohrzucker, zum Teil auch als Inosit usw.), in die wachsenden Samen ein, um dort nach und nach in unlösliche Kohlenhydrate (Stärkemehl, Galaktan, Mannan usw.) umgewandelt zu werden. Zur Illustration

---

[1]) A. **Müntz** und A. Ch. **Girard**, Annales de l'Institut National agronomique 9. Bd., 1884. — Bei diesem Versuch wurden täglich 30—35 kg Topinamburknollen ohne jedes andere Futter verabreicht.

[2]) Fühlings landw. Zeitung 55. Jahrg. 1906, S. 794.

dieser Verhältnisse mögen die nachstehenden Zahlen über die Zusammensetzung des wasserfreien Maiskorns in verschiedenen Stadien der Reife dienen:[1])

	Gewicht von 100 Körnern g	Rohprotein %	Eiweiß %	Nicht-Eiweiß %	Fett %	Stickstofffreie Extraktstoffe %	Rohfaser %	Asche %
20. August, unreif	1,11	26,6	11,2	15,4	4,0	55,6	8,1	5,7
27. „ „	1,63	26,1	14,7	11,4	3,3	57,6	7,3	5,5
3. Sept. „	5,71	17,3	12,3	4,0	4,5	71,6	3,6	3,0
10. „ „	10,15	15,5	13,1	2,4	3,9	74,5	3,4	2,7
Reife Saat . .	32,82	12,7	10,9	1,8	4,7	78,7	2,0	1,9

Die Veränderung der Kohlenhydrate bei der Reife sind aus nachstehendem Beispiel[2]) ersichtlich, das ebenfalls den Gehalt des wasserfreien Maiskorns während der Ausbildung der Samen anzeigt:

	Glukose %	Rohrzucker %	Stärkemehl %
kurz nach der Blüte	13,6	12,2	27,9
noch milchig	6,1	8,6	48,9
bei beginnendem Gelbwerden	2,7	5,8	54,2
zur Zeit des Entfahnens	0,3	0,6	58,5
zur Erntezeit	—	0,04	64,3

Es ist klar, daß, wenn die normale Ausreifung der Körner durch Knickung der Halme und Stengel, wie beim Lagern der Pflanzen, unterbrochen, durch parasitische Schädlinge gestört oder durch mangelhafte Wasserzufuhr (Notreife) gehemmt wird, die Körner nicht bloß ihre normale Größe nicht erreichen, sondern auch die Zusammensetzung derselben zu dem Grade der Vollkommenheit nicht gelangt, welche gut ausgebildete Körner besitzen. Durch jede der genannten Störungen bleibt der Same auf einer unvollständigen Stufe der Entwicklung stehen, es wandern nicht genügende Mengen Kohlenhydrate ein, und die Umwandlung der eintretenden Stoffe gelangt nicht zum Abschluß. Deshalb findet man in notreif gewordenen oder von gelagerten bezw. befallenen Pflanzen erzeugten Körnern mehr stickstoffhaltige Stoffe, darunter einen geringeren Prozentsatz an Eiweiß, ferner weniger Kohlenhydrate und Fett, sowie mehr Mineralstoffe, als in normal ausgebildeten Samen. So enthielten nach des Verfassers Untersuchungen z. B. Haferkörner von demselben Felde in ihrer wasserfreien Substanz:

	Rohprotein %	Eiweiß %	Nicht-eiweißartige Stickstoffsubstanz %	Fett %	Stickstofffreie Extraktstoffe %	Rohfaser %	Asche %
Stark gelagert	13,2	10,7	2,5	2,8	66,0	12,5	5,5
Nicht „	10,8	10,0	0,8	4,6	68,8	11,8	4,0

[1]) R. Hornberger, Landw. Jahrbücher 11. Bd., 1882, S. 374.

[2]) K. Portele, Landw. Versuchsstationen 32. Bd., 1886, S. 252.

Die von den gelagerten Stellen gewonnenen Körner waren merklich kleiner und reicher an Spelzen, als die von normal bestandenen Stellen. Aber selbst wo der Ausbildung der Körner kein sichtbares Hindernis im Wege gestanden hat, zeigt die Zusammensetzung eine gewisse Beziehung zur Größe derselben, wie aus der nachstehenden Zusammenstellung einiger von G. Marek[1]) hierüber ausgeführter Untersuchungen hervorgeht; die Trockensubstanz großer und kleiner Körner enthielt in Prozenten:

	Rohprotein	Fett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfaser	Asche
Weizen:					
große Körner . . .	14,4	2,6	76,1	4,8	2,1
kleine „ . . .	15,5	2,5	72,4	7,3	2,3
Erbsen:					
große Körner . . .	26,0	4,1	62,3	4,7	2,9
kleine „ . . .	27,4	3,9	58,7	7,1	2,9
Ackerbohnen:					
große Körner . . .	27,8	2,6	57,3	9,3	3,0
kleine „ . . .	29,1	2,3	52,1	13,3	3,2
Leinsamen:					
große Körner . . .	24,2	32,5	33,6	5,2	4,5
kleine „ . . .	25,1	23,8	39,1	7,3	4,7
Rübensamen:					
große Körner . . .	25,7	48,9	11,8	9,2	4,4
kleine „ . . .	29,6	44,4	13,1	10,9	4,7

Die kleinen Körner sind daher durchweg etwas reicher an Stickstoffsubstanz, Rohfaser und Asche, dagegen ärmer an Fett und mit Ausnahme der Ölsamen auch ärmer an stickstofffreien Extraktstoffen, als die größeren Körner. Diese Regel bestätigt sich auch zumeist bei den bespelzten Körnerarten (Hafer, Gerste), doch können hier die Spelzen bei den kleinen, verkümmerten Körnern zuweilen derart vorherrschen, daß der Anteil des spelzenfreien Kornes, für welches jene Beziehungen eigentlich nur gelten, in der Zusammensetzung des gesamten Kornes stark zurücktritt und die Regel sich umkehrt. Sehr kleine spelzenreiche Hafer- und Gerstenkörner sind sehr rohfaserreich und enthalten erheblich weniger Protein und Fett, als die besser ausgebildeten Samen.

In enger Beziehung zu den eben geschilderten Verhältnissen steht auch der Standraum, der den einzelnen Pflanzen zur Verfügung steht, oder die Aussaatdichte. Bei schwacher Aussaat bestocken sich die Pflanzen stärker, viele der Seitentriebe bleiben aber in der Entwicklung zurück und bilden nur flache, kleine Körner, deren Spelzenreichtum dann in der Zusammensetzung der insgesamt geernteten Körner mit zum Ausdruck kommt. Bei einer Verwendung von 44 bezw. 76 kg Saat pro Hektar fand Maercker[2]) in den bei verschiedener Düngung geernteten Haferkörnern

[1]) Landw. Versuchsstationen 19. Bd., 1876, S. 42.

[2]) Zeitschrift des Landw. für die Zentralv. Prov. Sachsen 1884, Heft 4 und 5.

bei Dünnsaat 11,2 % Rohprotein und 3,4 % Fett
„ Dicksaat 10,6 „ „ „ 3,7 „ „

und in Gerstenkörnern bei 120 kg Aussaat 9,0, bei 60 kg dagegen 9,6 % Rohprotein. Selbstverständlich gibt es hier eine Grenze, jenseits welcher ein noch größerer Standraum, der die vollkommene Belichtung und Ernährung der Seitentriebe sichert, die Körner zur vollen Ausbildung kommen läßt.

Boden und Düngung wirken ebenfalls auf die Zusammensetzung der Körner ein, der Boden hauptsächlich durch seinen Wasser- und Nährstoffgehalt, die Düngung durch die Menge des in ihr den Pflanzen dargebotenen Stickstoffs. Auf wasserarmem Boden leidet mit der Ausbildung der Pflanzen vor allem die Assimilation der stickstofffreien Stoffe, die Ernteprodukte werden kohlenhydratärmer und stickstoffreicher als bei ausreichender Wasserzufuhr. Wenn daher im Durchschnitt der vorliegenden Analysen der Sandboden Haferkörner mit 10,0 % Rohprotein, der Tonboden solche mit 9,0 % geliefert hat, oder wenn die Weizenkörner, auf schwerem Lehmboden gewachsen, 11,1, auf Sandboden aber 12,7 % an dieser Stoffgruppe enthalten,[1]) so ist dieser Unterschied nicht einem Zufall, sondern der erwähnten Wachstumsbedingung zuzuschreiben. — Die Düngung beeinflußt die Zusammensetzung der Körner im allgemeinen nur insofern, als sie dem in die Pflanze eintretenden Stickstoff eine mehr oder weniger vollständige Ausnützung sichert. Gelangt der Stickstoff wegen Mangel an mineralischem oder anderem Nährmaterial, wegen Unzulänglichkeit sonstiger Wachstumsfaktoren (Wasser-, Wärme-, Licht-Zufuhr) oder wegen irgend welcher schädigenden Einflüsse nicht zur vollen Wirkung, so wird an stickstofffreier Pflanzensubstanz weniger erzeugt, als mit der aufgenommenen Stickstoffnahrung zu erzeugen möglich wäre. Es werden in diesen Fällen zunächst die grünen Organe (S. 311) stickstoffreicher und nach der Blüte tritt dann auch prozentisch mehr Stickstoffsubstanz und weniger Kohlenhydrat in die Samen ein. Je nach den erwähnten Wachstumsbedingungen kann somit ein und dieselbe Menge Stickstoffdünger bald ohne Einfluß auf den Gehalt der Körner an Rohprotein bleiben, bald denselben erhöhen, und diese Steigerung kann Dimensionen annehmen, die nicht in einfachem Verhältnis zur Höhe der Stickstoffdüngung stehen. Am leichtesten werden von letzterer diejenigen Pflanzenarten beeinflußt, die viel Kohlenhydrate erzeugen und in den Körnern ablagern, also die Getreidearten. In Gerstenkörnern z. B. wurde von J. B. Lawes und J. H. Gilbert im Durchschnitt sechsjähriger Beobachtung in der Trockensubstanz gefunden:[2])

Ungedüngt	9,81 %	Rohprotein
Mit 46 kg Stickstoff als Chilisalpeter pro Hektar .	10,62 „	„
„ 92 „ „ „ „ „ „ .	12,50 „	„

[1]) Th. Dietrich und J. König, Zusammensetzung usw. der Futtermittel 1891, 1. Bd., S. 420 und 511.

[2]) Journal of the R. Agr. Society of England 18. Bd., P. II, 1858, S. 454.

In Haferkörnern beobachtete M. Maercker[1])

	in der lufttrockenen Substanz[2])	
auf ungedüngten Parzellen	7,7 % Rohprotein	3,8 % Fett
mit 400 kg Superphosphat pro Hektar . . .	8,0 „ „	3,9 „ „
„ 200 „ Chilisalpeter pro Hektar	9,3 „ „	3,1 „ „
„ 300 „ „ „ „	9,9 „ „	3,0 „ „
„ 400 „ „ „ „	10,5 „ „	2,9 „ „
„ 200 „ „ und 200 kg Superphosphat	9,3 „ „	3,5 „ „
mit 400 kg Chilisalpeter und 400 kg Superphosphat	9,8 „ „	4,2 „ „

Die rein mineralische Düngung (Superphosphat) erhöhte also den Gehalt der Körner an Stickstoffsubstanz nicht, dagegen war eine solche Steigerung überall zu bemerken, wo Chilisalpeter gegeben wurde. Superphosphat, zusammen mit Salpeter angewandt, brachte den Stickstoff des Düngers zu besserer Wirkung und drückte den Proteingehalt wieder herab. Zahlreiche Beobachtungen mit anderen Formen der Stickstoffdüngung und mit anderen Zerealien stehen mit den hier zutage getretenen Wirkungen der Düngung im Einklang, und oft ist die durch reichliche Stickstoffgaben hervorgerufene Steigerung des Rohproteingehaltes schon äußerlich an der harten glasigen Beschaffenheit der Körner zu erkennen. — Die obigen Versuche zeigen weiter, daß die einseitige Düngung mit Stickstoff den Fettgehalt der Körner bedeutend herabsetzt, und daß auch hier das Superphosphat korrigierend wirkt. Deutlicher tritt freilich dieser Einfluß reichlicher Stickstoffzufuhr noch bei den Ölsamen hervor, indem z. B. nach rein mineralischer Düngung in der Trockensubstanz der Rapssamen 19,1 % Rohprotein und 46,9 % Fett, nach alleiniger, starker Gabe von Chilisalpeter dagegen 21,5 % Rohprotein und nur 43,4 % Fett gefunden wurden.[3]) Am wenigsten bemerkbar macht sich die Stickstoffdüngung in der Zusammensetzung der Leguminosenkörner, indem diesen Pflanzen ja eine reiche natürliche Quelle zur Verfügung steht, aus der sie ihren Stickstoffbedarf entnehmen.

Die Zusammensetzung der Körner wird endlich mitbestimmt von der Varietät der Kulturpflanzen, was wiederum besonders bei den Zerealien hervortritt. Bei diesen ist die angestrebte Steigerung der Ertragsfähigkeit hauptsächlich durch Züchtung solcher Sorten erreicht worden, die ein sehr stärkemehlreiches, dafür aber proteinarmes Korn erzeugen. Es ist in der Tat unverkennbar, daß bei den neueren Varietäten, namentlich den englischen, Ertrag und Proteingehalt sich oft in entgegengesetzter Richtung bewegen. Die Verschiedenheit der Anbau-, Düngungs- und Witterungsverhältnisse verwischt freilich nicht selten diesen Gegensatz, und es ist daher auch nicht zulässig, bestimmte Zahlen für einzelne Sorten aufzustellen.

---

[1]) Zeitschrift des landw. Zentralvereins für die Prov. Sachsen 1883, Heft 2 u. 3.

[2]) Mit 15 % Wasser.

[3]) P. Bretschneider, 6. Bericht der Versuchsstation Ida-Marienhütte 1863.

Eine beträchtliche Wertverminderung erfahren die Körnerarten bei nassem Erntewetter durch Auswachsen. Nicht nur wird hier ein Teil der Eiweißstoffe zersetzt und Stärkemehl verbraucht,[1]) sondern es geraten später beim Trocknen auch die dürr gewordenen Keime und Würzelchen in Verlust. Je nach der Dauer des Auskeimens werden den Körnern auf diese Weise bis zu 15% und mehr an vollwertigen Nährstoffen entzogen; in der Ernte bleibt somit ein Material übrig, dessen Verdaulichkeit und Nährwert im Vergleich zu nicht ausgewachsenen Körnern recht beträchtlich herabgesetzt sein kann, und das zudem meist von Pilzen befallen ist. Da gekeimte Körner eine starke zuckerbildende Kraft besitzen, so lassen sich dieselben in geschrotenem Zustande mit warmem Wasser in eine süße Maische umwandeln oder auch zur Verzuckerung anderer, stärkemehlreicher Futtermittel benützen.

Daß auch beim Lagern normal beschaffener Körner andauernd geringe Veränderungen stattfinden, bei denen Nährstoffe zersetzt und verbraucht werden, ist bereits früher (S. 265) dargelegt und dabei auf die Umstände hingewiesen worden, welche diese Vorgänge beeinflussen. Überalt gewordene Körnerarten lassen sich vielfach als solche schon an ihrem Äußeren, an mißfarbiger, glanzloser Beschaffenheit, an der Anwesenheit staubiger Partikelchen und am Geruch erkennen. Zuweilen versucht man, derartigen Körnern durch mechanische Verarbeitung unter Zusatz von Öl das Aussehen frischer Ware zu erteilen.

Beim Ankauf geschrotener Körner sei man sehr vorsichtig und lasse jede Lieferung an zuständiger Stelle untersuchen, denn unter der Bezeichnung „Schrot" erhält man sehr oft nur die spelzen- oder schalenreichen Teile, welche bei der Herstellung von Graupen, Gries und anderen menschlichen Nahrungsmitteln aus den Körnern abfallen; zuweilen sind es befallene, mit Unkraut besetzte, ausgewachsene oder sonstwie minderwertige Körner, aus denen das Schrot hergestellt wird, und nicht selten ist dasselbe mit Abfällen aus anderen Körnerarten, mit zerkleinerten Spelzen, Schalen, Hülsen der verschiedensten Herkunft oder mit Sand, erdigen Stoffen, wie Ton, Schlemmkreide, Marmorstaub usw. verfälscht. Man halte daran fest, daß eine Ware, die als Schrot einer bestimmten Körnerart gekauft ist, sämtliche Teile dieser Körnerart und nur diese enthalten muß, ein Entzug wertvoller Kornteile oder ein Zusatz fremder Stoffe aber als Fälschung aufzufassen ist. Ganz besonders aber hüte man sich vor solchen angeblichen „Schrot"arten, die unter unbestimmten Namen wie z. B. Viktoriaschrot, Mastschrot usw. angeboten werden und fast durchweg nur aus Abfällen oft minderwertigster Art zusammengemischt sind.

Die Verdaulichkeit der Körnerarten liegt, wie die im Anhang befindlichen Tabellen lehren, ziemlich hoch, am höchsten bei den nackten, bezw. geschälten, etwas niedriger bei den bespelzten oder mit Schalen versehenen Körnern. Spelzen und Schalen bestehen aus verholzten, zum Teil sehr kieselsäurereichen Geweben, die den Verdauungssäften einen großen Widerstand entgegensetzen und

---

[1]) Siehe S. 294, Mälzen.

fast unversehrt in den Kot übergehen (S. 221). Da dieselben auch die Kauarbeit erhöhen und die Verdauungsorgane belasten, so setzen sie die Nährwirkung des ganzen Kornes etwas herab. Nackte oder geschälte Körner, zerkleinert verfüttert, wirken dagegen nach den Untersuchungen des Verfassers (S. 170) im ganzen ebenso, wie wenn die aus ihnen zur Verdauung kommenden Nährstoffe in reiner Form verabreicht würden.

Ganze Körner werden, wie wir (S. 279) gesehen haben, nicht so vollständig verdaut, wie wenn sie im zerkleinerten Zustande verfüttert werden. Da namentlich beim Rind ganz verfütterte Körner oft massenhaft unverdaut in den Kot übergehen und diätetische Nachteile von der Verabreichung zerkleinerter Körner bei dieser Tiergattung weniger zu befürchten sind, so empfiehlt es sich, das für diese Tiere bestimmte Körnerfutter zu mahlen oder zu schroten. Dasselbe gilt in noch höherem Grade für die Fütterung der Schweine, die ihre Nahrung nur wenig oder gar nicht zu kauen gewohnt sind. Bei diesen Tiergattungen wird das Körnerschrot bezw. Mehl angefeuchtet oder angebrüht in Mischung mit anderem Futter verabreicht. Das bloße Kochen oder Dämpfen der ganzen Körner sowie das bloße Einquellen schützen ebenfalls nicht vor unvollständiger Verdauung, indem viele Samenkörner nach dieser Zubereitung so elastisch und schlüpfrig werden, daß sie trotz der Beimischung von Häcksel den Zähnen ausweichen und unverändert in den Kot übergehen, ein Übelstand, dem man nur durch die Vornahme einer Zerkleinerung durch Quetschen vorbeugen kann. Auch für die Fütterung der Pferde bedürfen viele Körnerarten nicht bloß behufs Sicherung vollständiger Verdauung, sondern auch wegen der Gefahr des Aufquellens im Magen, einer Zerkleinerung. Gerste, Mais, Roggen, Buchweizen und die Körner der Hülsenfrüchte werden daher gewöhnlich in der Form groben Schrotes oder nach dem Einquellen in Wasser, in beiden Fällen mit Häcksel vermischt und angefeuchtet, den Pferden vorgelegt. Nur bei der Verfütterung des Hafers an Pferde sind diese Vorbereitungen in der Regel überflüssig, da derselbe an Tiere mit normalem Gebiß in Mischung mit befeuchtetem Strohhäcksel verfüttert, ziemlich vollständig verdaut wird und die kleine Steigerung der Ausnützung, die durch Quetschen oder Schroten erzielt werden kann (S. 279), die Kosten für diese Operationen gewöhnlich nicht lohnt. Bei hastig fressenden oder Tieren mit mangelhaftem Gebiß ist eine Zerkleinerung auch des Hafers angezeigt.

1. Getreidekörner. — Dieselben enthalten neben einer etwa mittleren Menge (8—14 %) Rohprotein und neben wenig (1,5—6 %) Fett eine große Menge Stärkemehl und sind arm an nicht-eiweißartigen Stickstoffverbindungen und organischen Säuren. Ihr Gehalt an Mineralstoffen ist gering, er überschreitet in den nicht bespelzten Körnern selten 2, in den bespelzten oder mit Schalen versehenen selten 4 %, und unter diesen Bestandteilen herrschen die Phosphorsäure und das Kali vor, während der Kalk in nur unbedeutenden Mengen (selten mehr als 0,5 %) auftritt.

Die in ausgedehntestem Maße zur Verfütterung gelangende Körnerart, der Hafer, ist gleichzeitig auch diejenige, welche in ihrem Nährstoffgehalt die weitesten Schwankungen aufweist. Es kommen gelegentlich Hafersorten vor, die nur 6 %

Rohprotein und 3 % Fett, andere bis 17 % Rohprotein und über 7 % Fett enthalten, während der mittlere Gehalt sich auf 10 % Rohprotein und 5 % Fett stellt. Diese großen Abweichungen rühren in erster Linie von dem sehr wechselnden Prozentsatz der Spelzen her, welcher, auf das ganze Korn bezogen, sich zwischen 20 und 35 % bewegt und durchschnittlich etwa 26 % beträgt. Den wertvollsten Teil des Hafers bildet selbstverständlich der von den Spelzen umschlossene Kern, dessen Zusammensetzung im Vergleich zu derjenigen der Spelzen nach einer Anzahl Untersuchungen von Müntz[1]) sich auf folgende Werte stellt (Prozente der Trockensubstanz):

	Rohprotein	Rohfett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfaser	Asche
Kern	14,06	7,55	74,11	2,17	2,11
Spelzen	4,57	1,70	58,63	27,45	7,65

Die Spelzen sind also in ihrer Zusammensetzung nicht wesentlich verschieden vom Zerealienstroh. Da sie dementsprechend den Nährwert des Hafers stark herabsetzen (S. 221), so bildet die Bestimmung ihrer Menge beim Haferankauf ein wertvolles Hilfsmittel zur Unterscheidung guter und schlechter Qualitäten. — Vor der Gerste, dem Roggen und Weizen zeichnet sich der Hafer durch einen ansehnlich höheren Fettgehalt aus, den er mit dem Mais gemein hat. In den Spelzen soll sich zudem nach A. Sanson[2]) ein Alkaloid, das Avenin, vorfinden, welchem eine günstige Wirkung auf die Nerven zukommen und dem der Hafer seine Beliebtheit als Pferdefutter verdanken soll; neuere Untersuchungen[3]) geben jedoch berechtigten Anlaß, die Existenz des Avenins zu bezweifeln und für die günstige Wirkung des Hafers auf die Lebhaftigkeit der Pferde eine andere Erklärung zu suchen, die aber bis jetzt nicht gefunden worden ist. Es wird zwar behauptet, der innere Kern dieser Frucht werde im Magen des Pferdes in viel kürzerer Zeit gelöst, wie der von Gerste oder wie Roggen und Weizen, der Beweis hierfür ist jedoch noch nicht erbracht.

Die Verdaulichkeit der organischen Substanz des Hafers liegt wegen des hohen Spelzenanteils ziemlich niedrig, doch wird das Protein und Fett vom Pferde wie vom Wiederkäuer reichlich ebenso hoch ausgenützt wie in anderen Getreidekörnern. Hinsichtlich der Bekömmlichkeit und Schmackhaftigkeit steht der Hafer an der Spitze aller Körnerarten; Verdauungsbeschwerden, Aufblähen, Dickblütigkeit, die bei anderem Körnerfutter nicht selten sind, treten nach Haferfütterung kaum auf. Daher ist er auch als Kraftfutter für das empfindlichste unter den Nutztieren, das Pferd, so hoch geschätzt, daß man ihn bei der Haltung dieser Tiere nur sehr ungern und dann auch nur teilweise durch andere Futtermittel ersetzt. Man verfüttert ihn an diese Tiergattung fast immer unzerkleinert,

---

[1]) Annales de l'Institut National Agronomique 8. Bd., 1883.

[2]) Comptes rendus des séances de l'Acad. française 96. Bd., I. 1883, S. 75.

[3]) E. Wrampelmeyer, Landw. Versuchsstationen 36. Bd., 1884, S. 299 und St. Weiser, Pflügers Archiv 98. Bd., 1903, S. 623.

weil er in geschrotenem oder gequetschtem Zustande trotz der etwas besseren Ausnutzung etwas mehr auf die Körperfülle, dagegen weniger auf die Spannkraft und Ausdauer hinwirken soll. Jungen Pferden freilich, die bei Haferfütterung ebenfalls am besten gedeihen, reicht man ihn solange gequetscht, als das Gebiß noch nicht vollständig ausgebildet ist. Zumischung von Strohhäcksel zu den ganzen oder gequetschten Körnern ist eine empfehlenswerte Sparmaßregel. Bei anderen Tierklassen hat sich der Hafer gleich gut bewährt wie bei den Pferden, nur zieht hier sein hoher Preis der Verwendung eine Grenze. Man verabfolgt ihn gequescht, mit Häcksel vermischt, an heranwachsende Bullen und Böcke, geschroten an Milchvieh, Mastrinder und Schweine. Infolge seines Gehaltes an flüssigem Fett erteilt er der Butter eine weiche Beschaffenheit und kann in dieser Richtung zuweilen zweckdienlich sein. — Mit der Verfütterung neuen, noch nicht ausgetrockneten Hafers an Pferde hat man üble Erfahrungen gemacht, indem die Tiere dabei leichter schwitzen und ermatten, zu Durchfall, Kolik und Katarrhen des Magen-Darmkanals neigen. Wenn man auch vereinzelt solche Beschwerden nicht zu beobachten vermochte, so sollte es doch als Regel gelten, den Hafer 2—3 Monate lagern zu lassen, bevor man ihn an Pferde verfüttert. Eine Übergangsfütterung mit Gemischen von neuer und alter Frucht ist selbst dann noch empfehlenswert.

Die Gerste. — Unter den Gerstenarten, welche bei uns angebaut und verfüttert werden, kommen fast nur die mit bespelzten Körnern, die nacktsamige Spezies aber gar nicht in Frage. Die gewöhnlichen, 2-, 4- und 6zeiligen Sorten liefern Körner, in deren Zusammensetzung bisher ein durchgreifender Unterschied nicht gefunden worden ist. An Spelzen enthalten dieselben durchweg weniger als der Hafer, nämlich 7—17, im Mittel nur 11%, weshalb auch ihr Rohfasergehalt niedriger, die Verdaulichkeit ihrer gesamten organischen Substanz höher liegt als beim Hafer. Da die Tendenz der Züchtung seit längerer Zeit auf möglichst feinschaliges, mehlreiches, aber proteinarmes Korn gerichtet ist, so stellt sich bei den neueren Spielarten und bei der absichtlich niedrig bemessenen Stickstoffdüngung, die man anzuwenden pflegt, der Gehalt an Rohprotein durchschnittlich auf nur 9—10, derjenige an stickstofffreien Extraktstoffen aber nur auf 64 bis über 70%. Der Fettgehalt der Gerste, durchschnittlich 2%, gleicht dem der meisten übrigen Getreidekörner.

Man pflegt die Gerste als „den Hafer der heißen Länder" zu bezeichnen, und tatsächlich wird sie im nördlichen Afrika, in Indien und den asiatischen Ländern allgemein als ausschließliches Körnerfutter für Pferde benützt. In Europa hat sie jedoch auf diesem Gebiete den Hafer nicht zu verdrängen vermocht, da sie mehr auf Wohlbeleibtheit hinwirkt, die Energie und Ausdauer der Tiere nicht in gleichem Maße fördert und auch nicht so bekömmlich ist wie der Hafer. Man ersetzt daher durch sie am besten nur $^1/_3$, höchstens die Hälfte der den Pferden zu gewährenden Haferration und verabreicht sie im gequetschten oder aufgequollenen Zustande mit Häcksel vermischt. Da sie noch härter ist als der Hafer, so bringt die Verfütterung ganzer Körner immer Verluste. Besser geeignet ist sie für Milchkühe und Mastrinder, denen sie in der Form von

Schrot trocken oder gebrüht gegeben wird. Ihre ausgedehnteste Verwendung findet sie aber in der Schweinehaltung, wo sie Fleisch und Speck von unübertroffener Qualität liefert und sich auch bei der Aufzucht 3—4 Monate alter Ferkel gut bewährt hat; bei noch jüngeren Schweinen verdient der Hafer den Vorzug.

Der **Roggen** und der gewöhnliche, nicht bespelzte **Weizen** übertreffen, da sie frei von der strohartigen Hülle sind, die beiden bisher besprochenen Körnerarten im Gehalte an Rohprotein und stickstofffreien Extraktstoffen und werden aus demselben Grunde auch etwas besser verdaut und verwertet. Da beide als menschliche Nahrungsmittel hoch im Preise stehen, so ist ihre Verwendung zur Fütterung mit Recht beschränkt. Zumeist sind es nur die flachen, verkümmerten oder ausgewachsenen Körner, die den Tieren verabreicht werden. Der Roggen steht in dem Rufe, mehr auf die Erzeugung der Muskelkraft als auf Körperfülle einzuwirken, aber leicht Verdauungsstörungen und Dickblütigkeit hervorzurufen und in dieser Hinsicht besonders in frischem Zustande, aber auch in der Form von Schrot und Mehl, unter allen Körnerarten die gefährlichste zu sein. Man gibt ihn daher stets nur in mäßigen Mengen unzerkleinert, aber gekocht und mit Häcksel vermischt an Pferde bis höchstens zur Hälfte der Haferration, an Zugochsen in täglichen Mengen von 2—3, an Mastschafe höchstens bis zu $^1/_4$ kg. Mastschweine erhalten ihn geschroten und gebrüht oder gedämpft als Beifutter zu Rüben, Kartoffeln usw. Auch der Weizen gehört zu den Körnerarten, die eben solche Nachteile bringen können wie der Roggen, und auch er ist im frischen Zustande am gefährlichsten. Er wirkt aber, verglichen mit dem letzteren, mehr auf die Wohlbeleibtheit und eignet sich daher am besten für die Mast der Rinder und Schweine, denen er in gleichen Mengen und in derselben Zubereitung wie der Roggen verabfolgt werden kann. Da er eine weichere Beschaffenheit besitzt, so läßt er sich an Pferde auch gequetscht verabreichen.

Der **Mais** ist vor allem charakterisiert durch einen hohen Gehalt an flüssigem Fett und an Stärkemehl; an ersterem finden sich in ihm durchschnittlich 5—6%, an stickstofffreien Extraktstoffen bis 73%. Sein Proteingehalt ist dagegen niedrig und beträgt durchschnittlich nur 9—10%. Er wird, wie die Tabellen im Anhange lehren, von allen Tierklassen sehr gut verdaut, und seine verdaulichen Nährstoffe sind vollwertig. Gesundheitsstörungen treten nach Maisfütterung nur selten auf. Bei Pferden befördert er freilich, als alleiniges Körnerfutter, oder neben nur wenig anderem Kraftfutter gegeben, das Schwitzen und setzt die Lebhaftigkeit herab; indessen kann er selbst bei anstrengend, aber nicht in sehr raschem Tempo arbeitenden Pferden mindestens bis zur Hälfte der Körnerration verfüttert werden, ohne die Leistungsfähigkeit herabzusetzen oder sonstige Nachteile herbeizuführen; man bringt bei diesen Tieren den Mais leicht angebrochen oder grob geschroten mit der üblichen Häckselmenge trocken oder angefeuchtet zum Verzehr. Vorzüglich eignet sich ferner der Mais zur Fütterung der Rinder, Schafe und Schweine bei der Mast, und zwar kann er hier das Hauptfutter bilden. In größeren Gaben bewirkt er infolge seines Reichtums an leicht flüssigem Öl bei den Wiederkäuern eine beachtenswerte Verbesserung der Schlachtware, indem er die Gerinnbarkeit des Talges vermindert und dadurch den Wohl-

geschmack des Fleisches erhöht.[1]) Bei Mastschweinen tritt freilich das Gegenteil hiervon ein, indem der Speck ölig, das Fleisch weichlich wird; Versuche[2]) haben aber gezeigt, daß reichlich die Hälfte des Futters aus Mais bestehen kann, ohne daß die Qualität der Schlachtprodukte vermindert wird. In gleicher Richtung, wie beim Mastvieh das Körperfett, wird beim Milchvieh das Milchfett durch den Mais beeinflußt, indem bei großen Gaben die Butter eine zu weiche Beschaffenheit annimmt. Für die Aufzucht von Fohlen und Kälbern kann der Mais wegen seiner mästenden Wirkung nur als Nebenfutter Verwendung finden. Dem Rind gibt man ihn grob geschroten, trocken oder gebrüht, den Schafen ebenfalls zerkleinert und trocken oder in ganzen Körnern in schwacher Kochsalzlösung eingequellt, den Schweinen am besten stets in der sonst für Körnerfutter üblichen Zubereitung. Von mancher Seite wird mit Recht empfohlen, die ganzen Maiskolben zu schroten, weil dadurch ein gründlicheres Durchkauen beim Verzehr erzwungen wird, eine Maßregel, die selbstverständlich nur am oder in der Nähe des Produktionsortes am Platze ist, für den zu importierenden Mais aber wegen der erhöhten Transportkosten nicht in Frage kommt.

In viel geringerem Umfange als die bisher behandelten Zerealienkörner wird die Hirse zur Fütteruug benutzt. In nicht geschältem Zustande kommt diese Frucht im Nährwert etwa dem Hafer gleich, sie ist ziemlich protein- und fettreich, enthält aber in den schwer verdaulichen Schalen ziemlich viel Rohfaser und dürfte auch in der Verdaulichkeit dem Hafer nahestehen. Wegen der Kleinheit und Härte ihrer Samen ist die Hirse für alle Tiergattungen zu schroten und in der bei den übrigen Körnerarten gebräuchlichen Weise zu verfüttern. Sie wird nicht immer gern verzehrt, von Kühen zuweilen hartnäckig verschmäht.

Im Nährstoffgehalt ebenfalls dem Hafer ähnlich, doch fettärmer als dieser, ist der Buchweizen,[3]) der, wenn auch nicht zu den eigentlichen Zerealien gehörig, an dieser Stelle mit erwähnt werden möge. Sein Gehalt an Schalen, die kaum zur Verdauung gelangen, beträgt ca. 25% vom Gewicht, und seine Verdaulichkeit scheint etwas niedriger zu liegen als die des Hafers. In der Nährwirkung mehr auf den Fettansatz als auf die Kraftproduktion gerichtet, wird diese Körnerart an Pferde in Mengen von höchstens 2—3 kg, an Zugochsen, Mastrinder und Mastschweine bis zur Hälfte des Bedarfs an Kraftfutter verabreicht, und zwar wegen ihrer Härte durchweg geschroten, an Schweine außerdem gekocht; für Jungvieh ist Buchweizen kein geeignetes Futter. Daß er eine eigenartige Krankheit hervorrufen kann, ist bereits früher (S. 325) erwähnt worden.

Über die anderen, nur gelegentlich zur Verfütterung gelangenden Zerealienkörner geben die im Anhang niedergelegten Tabellen Auskunft.

---

[1]) Albert, Landw. Jahrbücher 28. Bd., 1899, S. 975.

[2]) F. Friis, Zentralblatt für Agrikulturchemie 22. Jahrg., 1893, S. 312 und 24. Jahrg., 1895, S. 543; O. Lemmermann, Landw. Jahrbücher 32. Bd., 1903, S. 635.

[3]) Siehe hierzu die Monographie von E. Haselhoff, Landw. Versuchsstationen 63. Bd., 1906, S. 375.

2. Leguminosenkörner. — Unter den natürlichen, durch fabrikatorische Eingriffe nicht veränderten Erzeugnissen das Pflanzenbaues nehmen die Hülsenfruchtkörner im Hinblick auf ihren Proteingehalt die erste Stelle ein. Manche unter denselben, wie die Sojabohnen und die Lupinenarten, zeichnen sich auch durch einen sehr bemerkenswerten Fettgehalt aus, während andere, wie die Ackerbohnen, Erbsen, Linsen und Wicken nur ebensoviel Fett enthalten wie die nackten Zerealienkörner. Ihr Aschengehalt liegt höher als bei den meisten Getreidekörnern und namentlich reich sind sie an Phosphorsäure und Kalk.

Die Samen mehrerer als Futterpflanzen in Verwendung stehender Leguminosen enthalten größere oder geringere Mengen giftiger Stoffe,[1]) so die der Waldplatterbse (Lathyrus silvestris), des gewöhnlichen Stechginsters, der Lupinen, der indischen Mondbohne (Phaseolus lunatus) auch Java-, Lima- oder Sievabohne genannt, sowie mehrere Wickenarten. In der Mondbohne wurde als Träger des Giftes ein Glykosid ermittelt, welches bei der Behandlung der zerkleinerten Bohnen mit Wasser (S. 7) beträchtliche Mengen (bis zu 0,16% des Bohnengewichtes) Blausäure liefert, deren todbringende Wirkung allbekannt ist. Blausäurebildende Glukoside sind in letzter Zeit in den Körnern einer großen Zahl Wickenarten, wenn auch zumeist in nicht erheblicher Menge, nachgewiesen worden, sogar auch in der Futterwicke (0,0016—0,008 g in 1 kg), und es ist daher nicht unwahrscheinlich, daß manche Schädigungen des Nutzviehes, welche die Verfütterung gewisser Leguminosensamen nach sich zieht, in dem genannten Umstande eine Erklärung finden werden. Da beobachtet wurde, daß die weiße Varietät der Mondbohne je nach ihrer Herkunft bald Blausäure liefert, bald nicht, so erscheint es auch wahrscheinlich, daß Witterungs- und Anbauverhältnisse von Einfluß auf den Gehalt an Blausäure liefernden Glukosiden sein können. Nähere Untersuchungen hierüber fehlen noch.

Ackerbohnen, Erbsen und Wicken stehen, wie aus den angehängten Tabellen hervorgeht, in bezug auf Zusammensetzung und Verdaulichkeit einander sehr nahe und finden auch im allgemeinen dieselbe Verwendung. Bei ungenügender Zerkleinerung oder mangelhafter Zubereitung führen sie leicht zu Blähungen und Verstopfungen, in hohen Gaben auch zu Dickblütigkeit und zwar am ehesten die Wicken, weniger die Erbsen und am wenigsten die Ackerbohnen. Man ist daher besonders bei der Pferdefütterung mit der Verabreichung dieser Körnerarten vorsichtig und beschränkt sie hauptsächlich auf angestrengt arbeitende Tiere gröberer Rassen, deren Kraftfutterrationen man am besten nur zu 1/3, höchstens bis zur Hälfte, bei schwächerer Arbeit nur bis zu 1/5 in dieser Form ersetzt. Auch bei Arbeitsochsen und Milchvieh lassen sich die genannten Körnerfrüchte gut verwenden; den Wicken hat man zwar einen üblen Einfluß auf den Geschmack und die Menge der Milch nachgesagt, nach den Untersuchungen

---

[1]) Hillkowitz und Neubauer, Deutsche landw. Presse 1905, Nr. 76; Guignard, Bull. de la Société nationale d'agriculture de France, 1906, No. 2; Mallèvre, Journ. d'agric. prat. 1906 No. 15; Bruyning und van Haarst, Receuil des traveaux chim. des Pays-Bas et de la Belgique 1899, S. 468.

J. Kühns[1]) scheint man sich mit dieser viel verbreiteten Ansicht jedoch im Irrtum befunden zu haben. Am besten eignen sich die Ackerbohnen, Erbsen und Wicken zur Mast aller Tiergattungen, besonders der Schweine, die nach solchem Futter eine vortreffliche Schlacht- und Dauerware liefern. Bei der Aufzucht äußern die Bohnen und Erbsen als Nebenfutter gereicht, oft sichtbare Erfolge namentlich bei schnell wachsenden Fohlen größerer Schläge, bei schwächlichen Kälbern, Lämmern und Ferkeln. Was die Form der Verfütterung anbetrifft, so genügt für Schafe und Pferde ein 24stündiges Einquellen, für Rindvieh müssen die erweichten Körner aber noch gequetscht werden; in der Form von Schrot eignen sie sich sowohl für die Wiederkäuer wie Pferde. — In ganz ähnlicher Weise wie die oben besprochenen Körnerarten können auch die Samen der Serradella verwendet werden, die ebenso reich an Protein sind und dazu einen höheren Fettgehalt besitzen, wie die Bohnen und Erbsen. Nachteilige Wirkungen sind von ihnen bislang nicht bekannt geworden.

Die Körner der Lupinen. — Unter den verschiedenen Arten der Lupine erzeugt die gelbblühende die für die Fütterung wertvollsten Samen, indem in letzteren durchschnittlich 37—39% Rohprotein und 4—5% Fett bei nur 13 bis 15% Rohfaser gefunden werden. Etwas niedriger stellt sich der Gehalt an Stickstoffsubstanz bei der blau- und weißblühenden Lupine, nämlich auf 29—30%, wofür bei diesen der Fettgehalt etwas höher (6—7%) liegt. Die Körner aller Lupinenarten enthalten Stoffe von äußerst bitterem Geschmack, welche die Ausnützung herabdrücken (S. 62), der Milch und Butter einen unangenehmen Geschmack verleihen, kurz die Verwendbarkeit dieser Frucht in hohem Grade beschränken. Da es aber, wie der Verfasser gefunden und S. 286 angegeben hat, nur eines ziemlich einfachen Verfahrens (Dämpfen oder Kochen mit nachfolgendem Auslaugen) bedarf, um die bitteren Stoffe zu entfernen, und da hierdurch zugleich der Gefahr der Lupinose vorgebeugt wird, so ist es jedem in die Hand gegeben, die sonst so wertvolle Frucht zur Fütterung zu benützen, statt sie, wie früher vielfach geschah, nur als Dünger zu verwenden. Die nach des Verfassers Verfahren entbitterten Lupinen enthalten etwa 30—38% Wasser und werden für Rinder und Schweine vor der Verfütterung gequetscht, für Pferde und Schafe nur mit Häcksel vermischt. Die Erfahrungen, welche mit dieser Zubereitung gemacht wurden, lauten recht günstig, indem Pferde bis zu 5 kg feuchte, entbitterte Körner ohne Nachteil dauernd und gierig verzehrten, Mastrinder bis zu 8,5 kg und Milchkühe bis zu 3,5 kg ohne Veränderung der Milchqualität aufnahmen; größere Gaben haben zwar einen Mehrertrag an Milch zur Folge, dieselbe wird aber wasserreicher und liefert harte Butter. Auch Kälber vertragen je nach dem Alter die entbitterten Lupinen als Nebenfutter ohne Schaden. Wer die erwähnte Entbitterungsmethode benützen will, muß aber für strengste Aufsicht sorgen, sich von jedem Posten zubereiteter Körner durch die Geschmacksprobe davon überzeugen, daß die Entbitterung richtig durchgeführt ist, und auf langsame Einführung der Körner in die Ration achten; andernfalls sind nachteilige Folgen nicht ausgeschlossen.

---

[1]) Fühlings landw. Zeitschrift 47. Jahrg. 1898, S. 2.

3. Die Samen der Ölfrüchte. — Wegen des hohen Preises dieser Körnerarten kommen von denselben für die Fütterung der Nutztiere nur einige wenige, in der Hauptsache nur die Leinsamen in Betracht, die mit einer hohen nährenden auch eine ausgezeichnete diätetische Wirkung vereinigen. Bei einem Durchschnittsgehalte von 23—25% Rohprotein und 33—38% Fett, die beide sehr hoch verdaulich sind, kommen in den Leinsamen eine beträchtliche Menge solcher Stoffe vor, die in warmem Wasser zu einer schleimigen Masse aufquellen und auf die Verdauungsorgane einen außerordentlich gedeihlichen, milden Einfluß ausüben. Zwar besitzt das Leinöl eine leicht abführende Wirkung, aber innerhalb derjenigen Grenzen, welche die Erfahrung für den Gebrauch dieses Futtermittels gezogen hat, sind in dieser Richtung Nachteile nicht zu befürchten. Mit bestem Erfolge greift man zu dem Leinsamen, wenn man bei Kälbern die Vollmilch durch abgerahmte ersetzen will. Bei dem allmählichen Übergang, der hier unbedingt einzuhalten ist, verwendet man auf jedes Liter entrahmte gekochte Milch 50 g geschrotene Leinsamen, die in die warme Milch eingerührt werden. Eine weitere erfolgreiche Anwendung finden die Leinsamen bei der Fütterung säugender Stuten und der Milchkühe, denen sie in Mengen von ca. 1 kg auf 1000 kg Lebendgewicht geschroten, trocken oder als Suppe verabreicht werden. Sie sind ferner am Platze bei katarrhalischen Zuständen der Verdauungswege, als milderndes Mittel bei der Verfütterung solcher Futterstoffe, die wie rohe Kartoffeln einen Reiz auf die Schleimhäute ausüben, sowie bei der Ernährung schwächlicher Tiere.

Von den anderen Ölfrüchten werden zuweilen Raps, Rübsen, Hanf u. a. dem Futter zugelegt, um den Fettgehalt der Ration auf die gewünschte Höhe zu bringen. Man verfüttert auch diese Körner immer in zerkleinertem Zustande. In ihren diätetischen Wirkungen gleichen dieselben den aus ihnen hergestellten Ölkuchen, die wir demnächst zu betrachten haben werden. — Die Buchеckern, welche im Fettgehalt den bisher genannten Ölsamen nicht nachstehen und durchschnittlich 12—14% Rohprotein enthalten, eignen sich nur zur Fütterung der erwachsenen Schweine und der Mastrinder und sind auch diesen nur in mäßigen Mengen, am besten gequetscht und gekocht, zu verabreichen; sie enthalten nämlich eine giftige Substanz, die besonders den Einhufern gefährlich ist und dazu zwingt, sie von der Verfütterung an Pferde auszuschließen. Da alle Samen der bei uns kultivierten Ölfrüchte, auch die Bucheckern, flüssiges Öl enthalten, so erzeugen sie (S. 150) in reichlicher Menge verfüttert bei Schweinen weichen Speck, bei Milchvieh weiche Butter.

4. Von anderen Früchten seien hier noch die Eicheln und die Roßkastanien erwähnt, die beide bei einem niedrigen Protein- und mittleren Fettgehalt reich an Stärkemehl sind und hoch verdaut werden. Die beste Verwendung finden diese Früchte bei der Mast, sonst werden sie nur als Nebenfutter benützt und im übrigen wegen ihres zusammenziehenden, bitteren Geschmacks nicht von allen Tiergattungen gern angenommen. Im frischen Zustande werden sie vor der Verfütterung gequetscht, sonst geschroten, verabreicht.

V. Abfälle der Müllerei.

Bei der Verarbeitung der Getreide- und Leguminosenkörner auf menschliche Nahrungsmittel entstehen eine Reihe von Abfällen, und zwar sowohl bei der vorbereitenden Reinigung der Körner als auch beim eigentlichen Schäl- bezw. Mahlprozeß. Die Art und Menge der Bestandteile, welche bei der Reinigung abgesondert werden, wechselt natürlich nach der Beschaffenheit der Ernteprodukte außerordentlich; von zufälligen Verunreinigungen, wie Glas- und Metallsplittern, Nägeln, Draht, Bindfaden usw. abgesehen, finden sich unter den Abfällen aus den Reinigungsvorrichtungen vor allem verkümmerte, taube und zerbrochene Körner, Steine, Erde, Sand, Mäusekot, sowie die verschiedensten Unkrautsämereien, Brandsporen, Stroh- und Holzteilchen, kurz Unrat aller Art, gegen dessen Verfütterung die schwersten Bedenken bestehen. Zwar ist es richtig, daß die zerbrochenen oder verkümmerten Körner, die den Namen der zu reinigenden Frucht tragen, ebenso wie manche Unkrautsamen als Futter gut zu verwerten sind; indessen enthält der Ausputz daneben zumeist Bestandteile, wie Mutterkorn, Taumellolch, Wachtelweizen, Klappertopf, Kornrade, Ackersenf, nach deren Genuß zuweilen schwere Vergiftungen und der Tod eintreten. Man lasse sich durch Einzelbeobachtungen, bei denen Nachteile nicht direkt zutage traten, nicht vortäuschen, daß diese Stoffe unschuldig seien und gut vertragen würden; denn die landwirtschaftliche Erfahrung, die noch hier ein gewichtiges Wort mitsprechen darf, hat anders entschieden. Längst weiß man, daß nicht jedes Tier, das verdächtigen Ausputz verzehrt, sicher erkrankt und eingeht; zumeist sind es in einer Herde glücklicherweise nur einige Individuen, bei denen sich die Wirkungen jener Stoffe zeigen, und zuweilen vergehen Wochen und Monate, bevor eine Vergiftung, die dann eine schleichende Form angenommen hat, offenbar wird. Die Widerstandsfähigkeit der einzelnen Individuen ist eben sehr verschieden und wechselt mit dem jeweiligen Gesundheits- und Ernährungszustande, dem Alter, Geschlecht, dem Trächtigkeitszustande, den äußeren Lebensbedingungen und vielen Zufälligkeiten, über die man sich nicht in jedem Falle Rechenschaft geben kann. Schon der mehr oder weniger rasche Übergang von einer einwandfreien Fütterungsweise zu einer neuen, schädliche Stoffe enthaltenden Ration kann die Folgen der letzteren stark modifizieren, denn es ist bekannt, daß der tierische Organismus bei der Aufnahme ganz allmählich steigender Gaben mancher Gifte Schutzstoffe gegen letztere selbst erzeugt und so vor einer Vergiftung bewahrt bleibt. Wie von einer Anzahl Menschen, die giftige Pilze genossen oder mit Typhuskeimen besetztes Wasser getrunken haben, nicht eben alle erkranken und dem Tode erliegen, so ist es auch bei den Tieren, die die giftigen Bestandteile des Ausputzes zu verzehren gezwungen werden.

Gelangen die Unkrautsämereien, welche bei der Reinigung der Körnerfrüchte abfallen, in unzerkleinertem Zustande zur Verfütterung, so geben sie, wie schon früher auseinandergesetzt, zu einer Verunkrautung der Felder, auf die sie mit dem Dünger gebracht werden, Veranlassung. Auf demselben Wege können

die Feldfrüchte möglicherweise auch mit Brandsporen infiziert werden, die sich oft in ungeheuren Massen im Weizenausputz vorfinden.

Den Verunreinigungen, welche durch Siebe, Windfege, Bürste usw. aus den Körnern abgeschieden werden, stehen nun die Abfälle gegenüber, welche beim Schälen, Entspitzen und Vermahlen der gereinigten Körner aus letzteren selbst abgetrennt werden und aus den Kleien und Futtermehlen bestehen. Da diese Abfälle vor ihrer Absonderung integrierende Bestandteile des ganzen Kornes waren, so stehen sie dem letzteren auch hinsichtlich ihrer Bekömmlichkeit nahe und können unbedenklich Verwendung bei der Fütterung finden. Oft aber gelangen sie nicht in der Form, in der sie gewonnen sind, sondern in Mischung mit gemahlenem oder nicht gemahlenem Kornausputz zum Verkauf. Ihre mehlartige Form und die Unmöglichkeit, ähnlich aussehende, fremde Stoffe durch das unbewaffnete Auge oder den Griff in ihnen zu erkennen, lockt eben unlautere Elemente ganz besonders dazu an, minderwertige Stoffe in ihnen unterzubringen und zu guten Preisen los zu werden. Die Liste der Zusätze, welche den Kleien und Futtermehlen in betrügerischer Absicht gegeben werden, ist denn auch schier unerschöpflich. Da wird nicht nur Kornausputz eigens zu diesem Zwecke unter verschiedenen Bezeichnungen, wie „geringer Roggen“, „Futterkorn“, „Bruchgetreide“ von auswärts bezogen, sondern man greift auch zu Sand- und Infusorienerde, tonigen Stoffen, Kalkstaub, Gips, Mühlenkehricht, Holz-, Steinnuß-, Oliven- und Dattelkernmehl, getrockneter Kartoffelpülpe, fein gemahlenen Maisstengeln, Hirseschalen, Erdnußhülsen, Reis- und Haferspelzen, kurz zu allem, was sich nicht schon durch den bloßen Augenschein in der Kleie verrät. Pflicht des Käufers ist es daher, Kleien und Futtermehle, nur unter der Garantie der Reinheit und Abwesenheit von Ausputz, sowie selbstverständlich auch der Unverdorbenheit einzuhandeln und sich nicht hiermit allein zu begnügen, sondern auch eine Untersuchung der Ware an zuständiger Stelle zu veranlassen. Mit der Unverdorbenheit der genannten Futtermittel ist es nämlich auch nicht immer gut bestellt, indem dumpfige, schimmelige, von Milben befallene Ware keineswegs zu den Seltenheiten gehört.

In ihrer Zusammensetzung und Verdaulichkeit weichen die Kleien und Futtermehle natürlich von den ganzen Körnern erheblich ab. Da die Kleien neben den protein- und fettreichen Keimen hauptsächlich die härteren äußeren Gewebspartien, ferner die Schalen bezw. die Spelzen enthalten, so sind sie durchweg rohfaserreicher und weniger verdaulich wie die ganzen Körner. Kommen nackte oder entspelzte Samen zur Vermahlung, so ist die Kleie in der Regel auch protein- und fettreicher als die Körnerfrucht, aus der sie hergestellt wird. Die Futtermehle dagegen, welche die letzten, den Mahlrückständen noch entziehbaren Mehlteilchen und gewöhnlich auch das Kehrmehl enthalten, weisen einen etwas niedrigeren Protein- und Fettgehalt auf, sind aber reicher an leicht verdaulichen Kohlenhydraten als die Kleien und zweifellos verdaulicher als die ganzen Körner oder die anderen Abfälle aus gereinigtem Korn.

Die Kleien und Futtermehle gehören zu den Abfällen, welche bei dauernder und reichlicher Verfütterung erschlaffend auf die Verdauungsorgane und mehr auf

die Körperfülle als auf Krafterzeugung einwirken. Ihre Hauptverwendung finden sie dementsprechend bei der Mast und zwar die Kleien beim Rind, die Futtermehle bei Schweinen. Letztere Tiere nützen die Kleien verhältnismäßig schlecht aus. Auch bei der Ernährung des Milchviehes sind die Kleien am Platze; an Pferde werden dieselben dagegen nur als Nebenfutter gegeben, ebenso an Kälber. Was die Form ihrer Verabreichung betrifft, so werden die Kleien für Pferde und Rinder in Mischung mit anderen Futterstoffen angefeuchtet, an Rinder ebensogut auch trocken, an Schweine gebrüht oder gekocht verfüttert. Die Futtermehle kommen am besten in der Form einer gut verrührten warmen Tränke zum Verzehr. Im übrigen hat die Erfahrung auch hier gezeigt, daß die verschiedenen Arten der Kleie nicht für alle Tiergattungen gleich geeignet sind.

Die Kleien des Weizens und des Roggens[1]) zeigen eine sehr verschiedene Beschaffenheit je nach dem Teil des Kornes, der in ihnen vorwiegt, Bei der ersten Operation, welche in den Mühlen mit dem gereinigten Mahlgut vorgenommen wird, gelangen die Spitzen der Körner zur Abtrennung, die, wenn sie nach ihrer Zermahlung gesondert bleiben, als „Spitzkleie" bezeichnet werden. Trotzdem dieser Abfall die sehr protein- und fettreichen Keime einschließt, die allerdings nur 1—1½% vom Gewicht des ganzen Korns ausmachen, stellt er doch wegen seines hohen Rohfasergehaltes (bis zu 27% beim Weizen und bis zu 16% beim Roggen) den am niedrigsten verdaulichen, aber immer noch recht wertvollen Teil der Kleien dar. Werden die entspitzten Körner, wie es in den Kunstmühlen beim Weizen wenigstens meist der Fall ist, geschält, so wird eine „grobe" oder „Schalenkleie" erhalten, welche neben der äußersten Zellschicht der Samen auch einen großen Teil des darunter liegenden eiweißreichen Gewebes einschließt, aber sehr arm an Mehlteilchen ist. Bei der weiteren Verarbeitung des entspitzten und geschälten Kornes, bei welcher eine immer weitergehende, unter allmählicher Abscheidung des Mehles erfolgende Zertrümmerung in Grieße vor sich geht, werden die vom Mehl befreiten Kleienteilchen durch einen Luftstrom abgesaugt und liefern die „feine" oder „Grießkleie". Aus den letzteren, noch verbleibenden Anteilen der Grieße wird bei weiterer Verarbeitung das dunkler gefärbte Futtermehl, auch „Boll- oder Schwarzmehl" genannt, gewonnen. Beim Roggen, dessen Mehlkörper mit den äußeren Gewebsschichten sehr fest verwachsen ist, unterbleibt in der Regel das Schälen des entspitzten Kornes und wird daher grobe und feine Kleie seltener gesondert gewonnen. — Im ganzen sind es beim Roggen 20—25% Kleie und 5—10% Futtermehl, beim Weizen etwa 10% Schalenkleie, ebensoviel Grießkleie und etwa 5% Futtermehl, welche bei der Verarbeitung auf Mehl abfallen.

Einen Überblick über die Beschaffenheit der verschiedenen Mahlabfälle des Weizens und Roggens gewähren die Untersuchungen von Fr. Otto[2]), der auch die Verdauung dieser Produkte durch den Wiederkäuer feststellte; die prozentische

---

[1]) Siehe hierzu die Monographie von F. Barnstein, Landw. Versuchsstationen 56. Bd., 1902, S. 369.

[2]) Zentralblatt f. Agrikulturchemie 31. Jahrg., 1902, S. 606.

Zusammensetzung der wasserfreien Substanz und der Gehalt derselben an verdaulichen Nährstoffen stellen sich auf folgende Werte:

	Rohprotein	Reinprotein	Rohfett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfaser	Asche
Zusammensetzung. Roggen:						
1. Grobe Kleie, russ. Roggen	20,4	12,8	3,4	65.5	5,8	4,9
2. Feine „ „ „	21,4	16,4	4,3	63,4	6,1	4,8
3. Spitzkleie „ „	26,2	20,7	7,7	47,3	12,5	6,3
4. Grobe Kleie, deutscher „	18,2	14,6	3,6	66,3	6,2	5,7
5. Feine „ „ „	21,0	16,5	4,3	64,0	5,8	4,9
6. Spitzkleie	24,7	19,6	6,7	46,2	13,9	8,5
7. Bollmehl	19,7	15.6	3,1	67,6	6,7	2,9
Weizen:						
1. Grobe Kleie, ausländ. Weizen	19,0	17,1	4,2	52,9	17,6	6,3
2. Feine „ „ „	20,6	17,3	4,4	62,8	7,2	5,0
3. Grobe Kleie, deutsch. „	17,9	15,9	4,3	52,2	18,5	7,1
4. Feine „ „ „	20,9	16,3	5,4	60,6	7,7	5,4
5. Bollmehl „ „	20,9	16,3	4,2	69,0	3,1	2,8

	Rohprotein	Rohfett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfaser
Verdauliche Substanz. Roggen:				
1. Grobe Kleie, russ. Roggen . . .	16,1	—	52,0	5,4
2. Feine „ „ „ . . .	17,1	—	44,8	6,1
3. Spitzkleie „ „ . . .	21,9	5,6	28,0	7,2
4. Grobe Kleie, deutscher Roggen .	14,0	—	47,1	6,2
5. Feine „ „ „ . . .	17,0	1,1	47,1	4,9
6. Spitzkleie „ „ . .	21,0	5,2	20,2	13,1
7. Bollmehl „ „ . .	16,1	2,1	61,4	3,1
Weizen:				
1. Grobe Kleie, ausländ. Weizen . .	14,9	1,7	37,9	14,4
2. Feine „ „ „ . .	16,9	2,9	46,0	5,4
3. Grobe „ „ „ . .	13.5	—	30,3	17.6
4. Feine „ „ „ . .	18,4	4,7	43,1	7,7
5. Bollmehl	18,1	3,9	55,0	3,1

Aus diesen und den im Anhang niedergelegten Zahlen ist vor allem zu erkennen, daß die im Handel unterschiedenen Formen der groben und feinen Weizenkleie in der Tat Unterschiede aufweisen, die eine höhere Bewertung der feinen Kleie rechtfertigen. Die Spitzkleie war unter allen Abfällen am reichsten an Stickstoffsubstanz, Fett und Rohfaser und dementsprechend am ärmsten an leichtlöslichen Kohlenhydraten, Unterschiede, welche sowohl bei den rohen wie bei den verdaulichen Nährstoffen deutlich zutage traten. Die höchste Ausnützung fand, wie vorauszusehen, bei dem Futtermehl statt, indem von der organischen Substanz desselben beim Roggen 83, beim Weizen 88% verdaut wurden, gegenüber 70 bezw. 78,5%, die bei der entsprechenden feineren Weizenkleie beobachtet wurden.

Es steht wohl außer Frage, daß die Verdaulichkeit der Kleien um so niedriger liegt, je mehr Mehl aus dem Mahlgut gezogen wird. Untersuchungen, welche hierüber von A. Köhler[1]) mit Schafen ausgeführt worden sind, weisen dem Ausmahlungsgrade einen in der Tat nicht zu unterschätzenden Einfluß auf den Nährwert der Kleien zu, indem in der Trockensubstanz solcher, aus dem gleichen Mahlgut gewonnener Abfälle an verdaulichen Nährstoffen in Prozenten enthalten war:

	Organische Substanz	Roh-protein	Stickstofffreie Extraktstoffe	Roh-fett	Roh-faser	Pento-sane	Rein-protein
Roggenkleie:							
sehr wenig ausgemahlen	79,0	10,9	65,8	2,0	0,3	10,5	9,4
mehr „	76,0	13,4	57,8	2,7	2,1	16,0	11,9
vollständig „	71,6	15,1	51,2	1,5	3,8	20,1	13,6
Weizenkleie:							
sehr wenig ausgemahlen	74,0	14,5	49,9	3,5	6,1	15,3	13,2
mehr „	68,0	13,9	45,2	3,9	5,0	17,2	13,0
vollständig „	60,5	12,4	40,4	4,1	3,6	18,1	11,5

Der Mehligkeitsgrad wird hiernach mit Recht als ein guter Maßstab für die Qualität der Kleien betrachtet.

Wir haben bis jetzt nur solche Mahlabfälle der Betrachtung unterzogen, die Zusätze von Ausputz nicht erhalten haben, indem wir daran festhalten, daß als Kleie nur der Abfall zu betrachten ist, „welcher beim Mahlen des vorher von Verunreinigungen befreiten, also reinen, mahlfertigen Kornes entsteht“. Diese Definition, welche vom Verbande landwirtschaftlicher Versuchsstationen im Deutschen Reiche aufgestellt,[2]) von der maßgebenden Vertretung der deutschen Landwirtschaft angenommen[3]) und von einsichtigen Landwirten den Kaufabschlüssen zugrunde gelegt wird, schließt den nachträglichen Zusatz des durch die Reinigungsmaschinen ausgesonderten Unrates zu den Kleien aus, gestattet es aber, die beim Entspitzen abfallenden Kornteile den Kleien einzuverleiben und trägt somit den berechtigten Interessen der Landwirtschaft und der Müllerei Rechnung. Wenn trotzdem von manchen Seiten noch immer geltend gemacht wird, der Müller müsse den Ausputz beim Ankauf des Kornes mitbezahlen und habe daher ein Recht, alle Abfälle der Landwirtschaft wieder zurückzugeben, so bedarf die Unhaltbarkeit eines solchen Standpunktes keines Beweises, denn Grundsätze dieser Art gelten in keinem anderen technischen Betriebe. Zu welchen Zuständen die Vermischung der Weizen- und Roggenkleien mit Ausputz führt, ergibt sich u. a. aus folgendem: Nach den Handelsgebräuchen wird das aus den Gebieten des schwarzen Meeres über Odessa ausgeführte Getreide mit 3% Besatz als „fair average“ gehandelt, und die üblichen Toleranzgrenzen für Unkrautsamen sind an der Berliner Börse 3%, an der Wiener 5%. Wenn nun aus dem Getreide in der Regel 20% reine Kleie gewonnen werden, so würde durch Zusatz des Ausputzes ein Produkt gewonnen werden, das 13 bezw. 20%

[1]) Landw. Versuchsstationen 58. Bd., 1903, S. 415.

[2]) Ebenda 57. Bd., 1902, S. 51.

[3]) Archiv des deutschen Landwirtschaftsrates 27. Jahrg., 1903, S. 602.

Unkrautsamen enthält, und solche Kleien kommen auch tatsächlich im Handel vor. So fand ferner K. B. Lehmann[1]) in einem aus Bulgarien stammenden Roggen 1,7—2,1 %, in Weizen aus den Donauländern bis zu 1,9 % giftige Samen, auf die Kleieausbeute bezogen also bis zu 10 % giftige Bestandteile! Nachteilige Folgen der Kleienfütterung können sonach nur vermieden werden, wenn der Zusatz von Ausputz unterbleibt und die oben empfohlene Vorsicht befolgt wird.

Unter den Mahlabfällen der Gerste und des Hafers finden sich noch verschiedenartigere Produkte, als unter denen des Weizens und des Roggens, weil der Betrag an Spelzen, welcher in die Hafer- und Gersten-Abfälle übergeht, je nach dem Schäl- und Mahlverfahren sehr wechselt. Da es sich bei der Gerste[2]) hauptsächlich um die Herstellung von Graupen, Grütze und Grieß handelt, so kann man im ganzen zweierlei Abfallprodukte unterscheiden, die einerseits beim Entspitzen und Schälen des gereinigten und geputzten Kornes entstehen und gemeinhin als „Gerstenkleie" oder „Gerstenfuttermehl" bezeichnet werden, und andrerseits die, welche beim Sieben und Rollen der aus dem Mehlkörper herzustellenden Fabrikate gewonnen werden, das Gerstenmehl, das mehr oder weniger Spelzenteile einschließt. Ersterer Abfall, der ebenso wie die Kleien des Weizens und Roggens gern verfälscht und mit Ausputz versetzt wird, wird allein oder mit dem Abfallmehl gemischt als „Graupenfutter" oder „Graupenabfall" verkauft, geht aber häufig auch unter dem Namen „Gerstenschrot", also unter einer Bezeichnung, die unzulässig ist, da das Schrot irgend einer Körnerart nicht ein Abfallprodukt ist, sondern alle Teile des Kornes ohne Abzug enthalten muß. Bei der Bewertung der Gerstenkleie hat man sich vor allem darüber Rechenschaft zu geben, in welchem Verhältnis die Mehlteilchen zu den Spelzen stehen, die man freilich auf der Mühle oft so fein zerkleinert, daß sie mit dem bloßen Auge unter den mehlartigen Teilen nicht zu erkennen sind. — Bei der Verarbeitung des Hafers[3]) auf Hafergrütze und andere Nährmittel lassen sich die Spelzen, die mit dem Korn nicht verwachsen sind, vollständig abtrennen; sie werden gemahlen zuweilen unter der irreführenden Bezeichnung „Haferkleie" verkauft, sind aber kaum mehr wert als Haferstroh. Beim Schälen, Putzen, Bürsten, Mahlen und Grützeschneiden fällt das Haferfuttermehl ab, das die Kernspitzen, Mehlteilchen, Fruchthaare und wenig Spelzen enthält und vereinzelt als Haferweißmehl bezeichnet wird. Besondere Vorrichtungen gestatten die Entfernung der Fruchthaare aus dem Futtermehl, welches dadurch an Wert gewinnt. Die Haare in Mischung mit etwas Mehl und Spelzen gehen unter dem Namen Haferschlamm. Bei dem wechselvollen Spelzengehalt der Gersten- und Haferabfälle ist die Beurteilung ihrer Zusammensetzung und ihres Nährwertes sehr erschwert, die Angaben der am Schluß angefügten Tabellen können daher nur einen sehr ungefähren Anhalt für die Abschätzung des Gehaltes bieten.

---

[1]) Archiv für Hygiene 19. Bd., 1893, S. 93.

[2]) Siehe hierzu die Monographie von F. Barnstein, Landw. Versuchsstationen 63. Bd., 1906, S. 275, dazu auch 65. Bd., 1907, S. 221.

[3]) Siehe hierzu die Monographie von E. Haselhoff, Landw. Versuchsstationen 59. Bd., 1904, S. 161, ferner 65. Bd., 1907, S. 339.

Zu den Abfällen, welche die Hirse bei ihrer Verarbeitung liefert, gehören einerseits die Schalen, aus denen ihrer außerordentlich harten Beschaffenheit und ihres Kieselsäurereichtums wegen nur sehr wenig (nur 7% der organischen Substanz) verdaut wird, und welche demnach als Futtermittel wertlos sind, andrerseits die mehligen, die Samenkeime einschließenden Bestandteile, welche beim Polieren des geschälten Kornes gewonnen und unter dem Namen Hirsefuttermehl, Hirsepoliermehl, fälschlich auch als Hirseschrot neuerdings in zunehmenden Mengen auf dem Markte erscheinen. Der letztere Abfall enthält freilich immer noch ziemlich große, zuweilen sehr beträchtliche Mengen Schalen neben Verunreinigungen durch Unkrautsamen, Sand und Erde und weist dementsprechend große Schwankungen in seinem Gehalt auf. Durchschnittlich finden sich darin 14 bis 15% Protein und ebensoviel Fett. Alle Abfälle, auch die Schalen, zusammen vermahlen, bilden die Hirsekleie.

Die Buchweizenkleie[1]), welche bei der Herstellung von Mehl und Grütze gewonnen wird, enthält neben den rohfaserreichen unverdaulichen Schalen sehr wechselnde Mengen des inneren Kornes und ist daher ebenfalls ein Produkt von sehr schwankendem Futterwert. Wie alle Teile dieser Pflanze, so birgt auch die Kleie die Gefahr, unter Umständen die Buchweizenkrankheit (S. 325) zu erzeugen.

Das Reisfuttermehl[2]) ist der Abfall, welcher beim Polieren des geschälten Reises erhalten wird und hiernach nennenswerte Mengen Reisspelzen nicht enthalten sollte. Leider ist es aber Gepflogenheit geworden, diesem sehr wertvollen Abfall einen Teil der harten, stark verkieselten und unverdaulichen Reisschalen (S. 221) in gemahlenem Zustande zuzusetzen und so verschiedene Marken des Futtermehles herzustellen.[3]) Die verbreitetste unter diesen ist ein Mehl, das 12—13% Protein und ebensoviel Fett enthält, dabei aber unter Umständen über 30% wertlose Reisspelzen enthalten und dann einen um 30% geringeren Nährwert besitzen kann, als Reisfuttermehl ohne diesen Zusatz. Viel geringwertiger noch als solches Reisfuttermehl ist die sogenannte „Reiskleie", die größtenteils aus gemahlenen Schalen und etwas Bruchkorn besteht und die angegebene Bezeichnung ebensowenig verdient, wie die ähnlich beschaffenen Haferabfälle.

Wie bei der Vermahlung des Weizens und Roggens, so erhält man auch bei der Herstellung von Mehl und Grütze aus Mais eine Kleie und ein Futtermehl.[4]) Der erste Abfall, bekannt unter dem Namen Homco, enthält 10 bis 12% Rohprotein und 7,5—9% Fett und hat sich in den letzten Jahren bei der Fütterung der Wiederkäuer und Pferde gut bewährt.

---

[1]) Siehe hierzu die Monographie von E. Haselhoff, Landw. Versuchsstationen 63. Bd., 1906, S. 375.

[2]) Siehe hierzu die Monographie von O. Burchard, Landw. Versuchsstationen 48. Bd., 1897, S. 111.

[3]) F. Lehmann, Protokolle der Sitzungen des Zentral-Ausschusses der Königl. Landw.-Gesellschaft zu Hannover 1897, S. 104 und Jahresbericht der Königl. Landw.-Gesellschaft zu Hannover für 1898, S. 99.

[4]) Vergl. hierzu F. Barnstein, Landw. Versuchsstationen 67. Bd., 1907, S. 419.

Die Hülsenfrüchte liefern bei ihrer fabrikatorischen Zurichtung zum menschlichen Genuß verschiedene Abfälle, unter denen die lederartigen Schalen, die nur wenig verholzt sind, zusammen mit Teilen des Kornes, vor allem den Keimen, die von den Schalen getrennt auch als Futtermehle vorkommen, ein ausgezeichnetes Futter bilden. Oft werden, wie sonst bei den Körnern, alle Abfälle zusammen vermahlen und als Kleie oder Schalenkleie, in betrügerischer Absicht oft auch als Schrot verkauft. Wie aus ihrer in den beigefügten Tabellen wiedergegebenen Zusammensetzung hervorgeht, sind diese Hülsenfruchtkleien keineswegs sehr minderwertige Produkte, sondern nach den Untersuchungen mit Erbsenschalen zu schließen,[1]) verhältnismäßig leicht verdaulich.

Was nun die Nährwirkung der verschiedenen Müllereiabfälle betrifft, so sind die aus den inneren Teilen des Kornes stammenden, schalen- und spelzenfreien Futter- und Poliermehle als ebenso wirksam anzusehen, wie wenn die aus ihnen zur Verdauung gelangenden Nährstoffe in isolierter Form verabreicht würden. Die Futtermehle verursachen keine Kauarbeit, belasten den Darm nur wenig und werden jedenfalls schon in den ersten Darmabschnitten so vollständig verdaut, daß sie den Fäulnisorganismen des Dickdarms nicht zur Beute fallen. Anders verhält es sich mit den schwerer angreifbaren Kleien und Schalen, die wie (S. 170) dargelegt, so langsam verdaut werden, daß nicht alles, was aus ihnen im Verdauungskanal verschwindet, als „verdaut", sondern zum Teil als verfault anzusprechen ist. In ihrer Gesamtheit betrachtet, kann also die „verdauliche" Substanz dieser Abfallprodukte nicht als vollwertiges Nahrungsmaterial angesehen werden, wie aus den im Anhange befindlichen Tabellen des weiteren ersichtlich ist.

Die Abfallstoffe aus der Mühlen-Industrie sind wie schon erwähnt, besonders für die Ernährung des erwachsenen Rindes geeignet und finden vor allem bei der Mast entsprechende Verwendung. Für das Milchvieh benützt man mit Vorliebe die Weizenkleie, die infolge eines größeren Gehaltes an einer phosphorsäurehaltigen, organischen, an Kalk oder Magnesia gebundenen Säure (Phytin, Inositphosphorsäure) eine milde, leicht eröffnende Wirkung besitzt und aus diesem Grunde auch anderen Tieren als Beifutter zu solchen Stoffen gegeben wird, nach deren Verfütterung die Verdauung träge wird. In großen Gaben bringt sie eine weiche Butter hervor, ebenso wie das Reisfuttermehl und das Hirsepoliermehl, während die Abfälle der Leguminosenkörner den entgegengesetzten Einfluß haben. Als Ersatz der Weizenkleie zieht man für Milchvieh im allgemeinen die Gerstenabfälle vor, verwendet dagegen nicht gern größere Gaben von Roggenkleie, die mehr auf den Fleischansatz wirkt und trockne, grobe Butter erzeugt. — Bei der Schweinefütterung sind die geschrotenen Körner und die Futtermehle den Kleien und Schalen stets überlegen, doch verwendet man hier auch die Roggen-, Buchweizen- und Erbsenkleie, weniger die Weizenkleie. Das Reisfuttermehl, bei welchem Mastschweine sonst sehr gut gedeihen, erzeugt einen weichen Speck und weiches Fleisch und sollte daher stets in Verbindung mit

---

[1]) Fr. Honcamp, Landw. Versuchsstationen 64. Bd., 1906, S. 460.

Erbsen- oder Gerstenschrot sowie Palmkuchenmehl verfüttert werden, welche diesen Nachteil mildern bezw. ganz aufheben. — Als höchstes Maß, bis zu welchem die Kleien im allgemeinen zu verfüttern sind, gelten für Kühe und Mastrinder 3 bis 4 kg pro Tag und Kopf, für Pferde 2—2,5 und für Kälber, Mastschafe und Schweine 0,5—0,75 kg.

VI. Die Rückstände der Ölfabrikation.

Die Gewinnung der Fette und Öle aus den ölhaltigen Samen und dem Fruchtfleisch verschiedener Pflanzen vollzieht sich ohne tief eingreifende chemische Prozesse, indem gewöhnlich nur starker Druck oder Extraktionsmittel oder beide nacheinander auf das gereinigte und zerkleinerte, zuweilen erwärmte Material zur Einwirkung gebracht werden. Stets geht der Fabrikation ein Reinigungsprozeß voraus, durch welchen, wie bei der Müllerei, die fremden Beimengungen möglichst vollständig entfernt werden. Bei größeren mit Schalen oder Hülsen umschlossenen Samen folgt dann ein einfacher Schälprozeß und darauf in allen Fällen, auch bei den nicht geschälten Samen, eine Zerkleinerung auf Quetsch- oder Schrotmaschinen. Das so vorbereitete Material wird dann entweder zwischen Preßtücher eingeschlagen und in hydraulischen Pressen einem starken Druck ausgesetzt, wobei das Öl ausfließt, oder es wird in besonders konstruierten Apparaten mittels Schwefelkohlenstoff, Petroläther, Benzin, Tetrachlorkohlenstoff oder anderen fettlösenden Stoffen in der Wärme entfettet. In beiden Fällen wird der Rückstand abermals zerkleinert und ein zweites, event. auch noch ein drittes Mal der Pressung bezw. Extraktion unterworfen. Zuweilen kombiniert man beide Methoden, indem man das gepreßte Material noch ein oder mehrere Male nach vorangegangener Zerkleinerung extrahiert, ja manche Ölkuchen, die noch genügende Mengen wertvollen Öls enthalten, werden von Fabriken angekauft, um diese Reste des Öles durch Extraktion zu gewinnen. Da die genannten fettlösenden Mittel sämtlich sich in der Wärme leicht verflüchtigen, so werden sie aus den Rückständen durch Destillation vollständig entfernt und wieder gewonnen.

Außer dem Öl und ganz geringen Mengen fein verteilter Samensubstanz, welche mit dem Öl oder der Öllösung abfließen, verliert also das angewandte gereinigte Material von seinen übrigen Nährstoffen so gut wie nichts, und da die Erhitzung des Preßgutes 90—100° C. in der Regel nicht übersteigt, so bleibt den Rückständen auch die ursprüngliche Verdaulichkeit erhalten. Dem geringeren Fettgehalt der Rückstände entspricht selbstverständlich ein erhöhter Prozentgehalt an den anderen Bestandteilen dergestalt, daß, wenn einem Material mit 40% Öl, 21% Rohprotein und 21% stickstofffreien Extraktstoffen durch die Fabrikation 30% Öl entzogen werden, der Rückstand bei 10% Öl annähernd 30% Rohprotein und 30% stickstofffreie Extraktstoffe enthalten muß. Das Extraktionsverfahren, bei welchem die Rückstände Schrot- und Mehlform zeigen, liefert durchweg fettärmere Rückstände als das Preßverfahren, bei welchem die Ölkuchen übrig bleiben. Letztere werden zwecks leichterer Handhabung bei der Fütterung freilich auch oft gemahlen, tragen dann aber meist die Bezeichnung

„Kuchenmehl" zum Unterschied von den extrahierten Rückständen, die schlechtweg als „Mehl" oder „Schrot" bezeichnet werden. Ein durchgreifender Unterschied wird aber in dieser Hinsicht im Handel nicht gemacht, weil die getrennte Garantie, welche für den Protein- und Fettgehalt dieser Futtermittel auf Verlangen ziemlich allgemein geleistet wird, die Natur der Ware genügend kennzeichnet. Irreführend bleibt es freilich immer, wenn ein extrahiertes Mehl als Ölkuchenmehl angeboten und dabei die Garantie für den Gehalt an Protein und Fett nur durch eine Zahl ausgedrückt wird, denn es wird bei solchem Geschäft dann leicht der Glaube erweckt, man habe es mit einem nur durch Pressung gewonnenen, ölreichen Rückstand zu tun.

Die Abfälle der Ölfabrikation sind wie alle in zerkleinerter oder Kuchenform im Handel vorkommenden Futtermittel der Verfälschung ausgesetzt. Eine ganz gewöhnliche Praxis ist es, diesen Rückständen die bei der Reinigung abfallenden Unkrautsamen, Hülsen und Schalen zuzusetzen. Man findet hier einen großen Teil der Stoffe wieder, die wir schon als Fälschungsmittel der Müllereiabfälle kennen gelernt haben, namentlich solche, die wie Ackersenf, dunkel gefärbter Ausputz usw. sich der Farbe der Ölkuchen anpassen. Dazu werden nicht selten teure Ölkuchen und Mehle mit billigeren (Mohn-, Kapok-, Raps-Abfällen) verschnitten und dunkel gefärbte, nicht beliebte Preßrückstände durch Abfälle der Müllerei mit einem helleren Farbenton versehen. In manchen Fabriken, namentlich des Auslandes, die verschiedenartige Ölsamen verarbeiten, vermischen sich infolge mangelhafter Reinigung der Zerkleinerungs- und Preßeinrichtungen Reste vorher verarbeiteter Samen mit dem nachfolgenden Preßgute. Auf diese Weise gelangen Teile der außerordentlich giftigen Rizinussamen in die Preßrückstände von Erdnüssen, Sesam- und Leinsamen und erteilen diesen Abfällen gesundheitsschädliche Eigenschaften.

Was die Verdaulichkeit der Abfälle der Ölfabrikation anbetrifft, so liegt die des Proteins und Fettes durchweg sehr hoch; ersteres wird zu 80—90, letzteres ebenfalls zu mehr als 80, oft über 90% ausgenützt. Die Verdaulichkeit der stickstofffreien Substanzen und der Rohfaser bewegt sich, offenbar wegen des wechselnden Gehaltes dieser Futtermittel an den wenig oder gar nicht verdaulichen Schalen innerhalb sehr weiter Grenzen. Was aber aus normal beschaffenen Futtermitteln dieser Art von Nährstoffen verdaut wird, gelangt nach des Verfassers Untersuchungen (S. 165) voll zur Verwertung. Hinsichtlich der Bekömmlichkeit der in Rede stehenden Abfälle läßt sich bei der großen Verschiedenheit der ölliefernden Pflanzenfamilien allgemein Gültiges nicht sagen. Manche dieser Rückstände, wie besonders die Palmkern- und Kokosabfälle, aber bei mangelhafter Aufbewahrung auch alle anderen, neigen dazu, eine ranzige Beschaffenheit anzunehmen. In diesem Zustande werden sie nicht nur ungern verzehrt, sondern rufen auch Entzündungen der Verdauungswege hervor und verschlechtern die Qualität der Butter. Verschimmelte oder durch Bakterien zersetzte Ölkuchen und deren Mehle bergen stets Gefahren für das Vieh, weil gerade in diesen an Eiweiß so reichen Futterstoffen giftige Zersetzungsprodukte ähnlich denen, die im fauligen Fleisch vorkommen, erzeugt werden.

Die Verfütterung der unserer Betrachtung unterliegenden Abfälle an die verschiedenen Tiergattungen richtet sich nach der durch Erfahrung festgestellten Wirkungsweise, deren Einzelbesprechung dem Folgenden vorbehalten ist. Man verabreicht die Kuchen wie die Mehle, erstere zu grobem Schrot gebrochen, an Pferde, Rinder und Schafe am besten trocken, in Mischung mit anderen Futterstoffen, die man bei mehliger Beschaffenheit kurz vor der Mahlzeit schwach anfeuchtet; Schweine erhalten auch dieses Futter oft gebrüht oder gekocht.

Die wichtigsten unter den Rückständen der Ölfabrikation sind folgende:

Baumwollsaatmehl.[1]) Das unter dieser Bezeichnung in großen Quantitäten zumeist aus den Vereinigten Staaten, zum Teil auch aus Ägypten und Indien eingeführte Produkt stellt gemahlene Kuchen dar, welche aus entfaserten und geschälten Baumwollsamen hergestellt werden. Fast die Hälfte des Gewichtes der entfaserten Samen geht an den Produktionsorten in den Schalenabfall über, der in Amerika in sehr ausgedehntem Maße zur Fütterung der Mastrinder und altmelkenden Kühe verwendet wird. Im Durchschnitt enthält dieser Abfall, bei 11—12 % Feuchtigkeit und 3 % Asche:

4 %	Rohprotein,	wovon	10 %	verdaulich
2 „	Fett,	„	77 „	„
34 „	stickstofffreie Extraktstoffe,	„	40 „	„
45 „	Rohfaser,	„	38 „	„

Im Nährwert kommen die Baumwollsaatschalen also etwa der Weizenspreu gleich. Da nun die Entfaserungs- und Schälmaschinen immer nur unvollkommene Arbeit leisten, so finden sich in den in Amerika hergestellten Baumwollsaatmehlen noch größere oder geringere Mengen Fasern und Schalen vor; auch ist das Mehl zumeist grob und ungleichmäßig, weshalb es nach dem Import bei uns vielfach nochmals zerkleinert und gereinigt wird. Das so gewonnene Produkt geht unter dem Namen „deutsches, doppelt gesiebtes und entfasertes Mehl“, zum Unterschiede von dem nicht nochmals bearbeiteten, schlechthin als „amerikanisches Baumwollsaatmehl“ bezeichneten Abfall. Die Qualitätsverbesserung, welche man durch die nachträgliche Reinigung erzielt, liegt hauptsächlich in der Entfernung der Fasern, die man für schädlich hält, und in der gleichmäßigeren Beschaffenheit des Produktes, nicht aber, wie manche annehmen, in einer weitgehenden Aussonderung der Schalen. Letztere bleiben vielmehr in wenig veränderter Menge in dem doppelt gesiebten Mehle enthalten, nur sind sie feiner gemahlen und daher weniger erkennbar.[2])

Gute Baumwollsaatmehle sollen eine hellgelbe Farbe, einen nußartigen Geschmack und angenehmen Geruch besitzen. Eine dunklere Farbe ist zwar oft ein Zeichen dafür, daß man es mit älterer, überhitzter, schlecht aufbewahrter oder havarierter Ware zu tun hat; doch darf man auch nicht vergessen, daß, da die Baumwollernte anfangs Oktober stattfindet, frische Ware nicht immer zu

[1]) Siehe hierzu die Monographie von Gebek, Landw. Versuchsstationen 42. Bd., 1893, S. 279.

[2]) Th. Dietrich, Deutsche landw. Presse 1898, Nr. 13.

haben ist und selbst gute Mehle beim Lagern etwas nachdunkeln. Unter den im Handel vorkommenden Sorten sind die aus nicht geschälten Samen hergestellten Baumwollsaatmehle oft sehr geringwertig, insonderheit die aus der Levante stammenden Produkte, die zuweilen nur 15 % Rohprotein und 7 % Fett enthalten; besser sind die amerikanischen, aus ganzen Samen gewonnenen Mehle, die zwar fast zur Hälfte aus Schalen bestehen, aber doch einen durchschnittlichen Gehalt von 25 % Rohprotein, 6—8 % Fett und 25 % Rohfaser aufweisen. Am gehaltreichsten sind selbstverständlich die Abfälle aus geschälten Samen, in denen zurzeit gewöhnlich 46,5 % Rohprotein und 10,5 % Fett garantiert werden und die, ob doppelt gesiebt oder nicht, nur etwa 6—7 % Rohfaser, entsprechend 10—12 % Schalen, enthalten. Wie die im Anhang befindlichen Tabellen dartun, besitzen diese letzteren Sorten eine sehr hohe Verdaulichkeit.

Schädliche Wirkungen der Baumwollsaatabfälle, wie tödliche, der Lupinose ähnliche Erkrankungen, Verkalben, Erkrankungen der Kälber nach dem Genuß der Milch von Kühen, die solche Abfälle erhielten, Krankheiten der Harnwege usw. sind mehr oder weniger häufig beobachtet worden, aber alle Bemühungen, die Ursache dieser gesundheitlichen Nachteile zu fassen, sind bis jetzt vergeblich gewesen. Allen Anzeichen nach sind es nicht die Fasern und Schalen, die sich oft im Verdauungsapparat zusammenballen und die man deshalb anfänglich verdächtigte, sondern Gärungsvorgänge in den Samen oder Mehlen, denen die Schuld an den Erkrankungen beizumessen ist. Gefährlich sind die Baumwollsaatabfälle vor allem dem Jungvieh aller Art, weshalb man sie an Fohlen, Kälber, Lämmer und Ferkel überhaupt nicht verfüttern sollte. Ferner sind diese Abfälle ungeeignet für tragende und säugende Tiere. Mäßige Gaben üben auf die Qualität der Milch keinen nachteiligen Einfluß aus, größere Mengen erzeugen dagegen eine harte, trockne, farblose Butter, und immer geht eine eigentümliche, Silberoxyd reduzierende chemische Substanz in die Milch über. Nach allem diesem ist man bei der Verfütterung dieser Abfälle vorsichtig und gibt pro Tag und Kopf an Milchvieh nicht mehr als 1 kg, an Pferde ebensoviel, an Zugochsen bis zu 2, an Mastrinder bis zu 2,5 kg, an Mastschafe 0,3 kg. Bei Schweinen hat das Baumwollsaatmehl vielfach schwere, tödlich verlaufende Erkrankungen akuter und chronischer Art verursacht und sollte daher an diese Tiergattung nur in kleinen Mengen, am besten gar nicht verfüttert werden.

Erdnußkuchen und Erdnußmehl.[1]) — Zur Ölgewinnung verwendet man die aus verschiedenen tropischen und subtropischen Ländern importierten Erdnüsse wohl ausschließlich im geschälten Zustande, nicht nur weil durch die Gegenwart der Schalen beim Pressen die Ausbeute an Öl geringer ausfällt, sondern auch weil der Wert der Preßrückstände durch den Gehalt an Schalen stark beeinträchtigt wird. Beim Schälen der Nüsse werden zwar außer den stark verholzten Hülsen und Teilen der braunen, recht wertlosen Samenhaut auch die meisten Keime und Bruchstückchen der Kerne abgeschieden, aber der gesamte

---

[1]) Siehe hierzu die Monographie von P. Uhlitzsch, Landw. Versuchsstationen 41. Bd., 1892, S. 385.

Abfall zusammengenommen besitzt doch nach den S. 221 mitgeteilten Untersuchungen des Verfassers kaum den Nährwert des Winterhalmstrohes. Die von den strohartigen Hülsen befreiten, aber noch mit der braunen Samenhaut teilweise umkleideten Kerne werden zuweilen behufs Gewinnung eines besonders schönen, milchweißen Preßrückstandes und wohlschmeckenden haltbaren Öles noch weiter geputzt und halbiert, wobei noch Hülsenreste, die erwähnte Samenhaut und die Keime von den isolierten Samenhälften abgesondert werden und ein Abfallprodukt, die „Erdnußkleie" entsteht, die je nach dem Gehalt an Hülsen eine sehr wechselnde Zusammensetzung, u. a. bis über 40% Rohfaser aufweist und daher als Futtermittel einen recht zweifelhaften Wert besitzt. Aus den entschälten und gereinigten Kernteilen der Erdnuß wird schließlich das Öl durch kalte oder warme Pressung, seltener durch Extraktion gewonnen und der Rückstand in Kuchenform oder als Mehl der Landwirtschaft zugeführt. Die sogenannten Rufisque-Nüsse, die eine besonders ausgezeichnete Beschaffenheit und hellfarbiges Fleisch besitzen, erfahren in der Regel eine besonders sorgfältige Reinigung, bei der die dunklere Samenhaut möglichst vollständig entfernt wird. Ihre Rückstände, die sogenannten Rufisque-Erdnußkuchen und Mehle, die eine gleichmäßige, grauweiße Färbung zeigen, bieten daher an sich eine größere Garantie für Reinheit und Unverdorbenheit, wie die gewöhnlichen, mit Flittern der Samenhaut durchsetzten dunkler gefärbten Produkte. Erstere werden gegenwärtig zumeist unter der Garantie eines Gehaltes von 48% Rohprotein und 8% Fett angeboten und enthalten weniger als 5% Rohfaser und 1% Sand, während die gewöhnlichen, auch als „deutsche" oder „Marseiller" bezeichneten Produkte, die unter einer Garantie von 46% Rohprotein und 7—8% Fett verkauft werden, bis zu 9% Rohfaser und gewöhnlich 2—3% Sand aufweisen. — Gute Erdnußkuchen und Mehle sollen einen süßen, an Bohnen erinnernden, angenehmen Geschmack und einen süßlichen Geruch haben. Abweichungen hiervon, sowie eine gelbliche oder graugelbe Farbe lassen immer vermuten, daß die zur Herstellung benützten Nüsse nicht ganz unverdorben waren. Einzelne Fabriken liefern jedoch extrahierte Mehle, die aus gutem Material hergestellt, beim Abtreiben des Extraktionsmittels durch Wasserdampf eine rötlich braune Farbe angenommen haben; bei Mehlen dieser Art gibt die Farbe zu keinem Bedenken Anlaß. In den letzten Jahren haben sich die Fälle, in denen Erdnußpreßrückstände schwere Vergiftungen beim Vieh hervorgerufen haben, bedenklich vermehrt. In der überwiegenden Zahl dieser Fälle, die auch nach der Verfütterung fast aller anderer Arten von Ölkuchen, von getrockneten Biertrebern und sogar Kleien vorgekommen sind, erklärte sich die schädliche Wirkung dieses Futters ungezwungen aus der Anwesenheit giftiger Rizinussamenteile (S. 382); in einzelnen Fällen gelang es jedoch nicht, Bestandteile dieser Samen nachzuweisen. Vermutlich handelte es sich hierbei um eine Verunreinigung mit geschälten Rizinussamen, deren Gegenwart wegen ihrer Ähnlichkeit mit den Geweben der Erdnuß sich nur selten nachweisen läßt; möglicherweise aber sind es Gärungs- und Zersetzungsvorgänge, die sich in den Erdnüssen oder deren Rückständen sowie in anderen eiweißreichen Futtermitteln eingestellt und zur Entstehung giftiger Produkte

Anlaß gegeben haben. Anzeichen solcher Vorgänge sind in der Tat aufgefunden worden, indem Ach. Grégoire[1]) in Erdnußkuchen, die vom Vieh hartnäckig verschmäht worden waren oder giftige Wirkungen gezeitigt haben, einen auffällig niedrigen Gehalt an Glukose (0,9—3,7% gegen 4,5—5,5% in normalen Kuchen), sowie einen hohen Gehalt an freien Fettsäuren im Ätherextrakt (65—86% gegenüber 23—35% in normalen Kuchen) beobachtete.

In reinem und unverdorbenem Zustande sind die Erdnußrückstände ein bekömmliches schmackhaftes Futter von hoher Verdaulichkeit. Man verabreicht pro Tag und Kopf an Milch- und Mastvieh bis zu 2, an Pferde je nach der Arbeitsleistung bis zu 1,5, an Mastschafe und Mastschweine bis zu 0,5—0,75 kg, und gibt kleinere Mengen als Nebenfutter auch an Jungvieh. Ein ungünstiger Einfluß der unverdorbenen Erdnußkuchen und Mehle auf die Milch und Butter ist bisher nicht beobachtet worden.

Die Sesamkuchen[2]) sind Rückstände, welche aus den sehr verschieden — weiß, graugelb, braun und schwarz — gefärbten, ölreichen Samen verschiedener Spezies der Sesampflanze ausschließlich durch Pressung gewonnen werden und gegenwärtig gewöhnlich mit einer Gehaltsgarantie von 42% Rohprotein und 8% Fett in den Handel kommen. Der Pressung geht nur eine Reinigung, keine Entschälung voraus. In bezug auf Gehalt und Verdaulichkeit stellen die Sesamkuchen ein sehr gutes Futter dar, und hinsichtlich ihrer Bekömmlichkeit nähern sie sich den Leinkuchen, mit denen sie die milde Wirkung teilen. Obgleich sie, in größeren Gaben verabreicht, dem Milchfett eine weiche Beschaffenheit verleihen, sind sie als Milchfutter sehr geschätzt und haben sich auch bei der Fütterung des Mastviehes, der Arbeitsochsen und Pferde gut bewährt. Bezüglich der zu verfütternden Mengen hält man sich etwa an die Grenzen, welche oben für die Erdnußabfälle angegeben sind. Bei ihrer Aufbewahrung sei man vorsichtig, da sie leicht ranzig und von Schimmel befallen werden.

Die Kokosnußkuchen[3]) und Mehle aus dem Fruchtfleische der Kokosnüsse durch Pressung hergestellt, besitzen einen durchschnittlichen Gehalt von 18—24% Rohprotein und 8—10% Fett, werden aber zurzeit von einzelnen größeren Fabriken gewöhnlich unter einer Garantie von 18% Rohprotein und 12% Fett verkauft. Ihr Gehalt an Rohfaser, 14%, liegt ziemlich hoch, doch wird dieselbe gut verdaut und ebenso verwertet wie das Stärkemehl. Wenn auch weniger der Verfälschung ausgesetzt wie viele andere Ölkuchen, neigen sie sehr leicht zum Ranzigwerden und enthalten oft den größeren Teil ihres Fettes in der Form freier Fettsäuren. Normal beschaffene Kokoskuchen zeigen eine hellrötliche bis bräunliche Farbe, einen nußartigen Geruch und Geschmack und werden von allen Tiergattungen gern aufgenommen. Man bevorzugt sie bei der

[1]) Annales de Gembloux 17. Jahrg. 1907, S. 244 und Zentralbl. f. Agrikulturchemie 37. Jahrg. 1908, S. 283.

[2]) Siehe hierzu die monographische Bearbeitung von A. Hebebrand, Landw. Versuchsstationen 51. Bd., 1899, S. 45 und Nils Hansson, Der Futterwert der Sesamkuchen, Fühlings landw. Zeitung 61. Jahrg. 1912, S. 265.

[3]) L. Gebek, ebenda 43. Bd., 1894, S. 427.

Fütterung des Milchviehes, bei welchem sie, mehrfachen Beobachtungen zufolge, den Fettgehalt der Milch begünstigen (s. Teil III, Kap. 7, Sonderwirkungen usw.), man halte sich aber bei dieser Tiergattung an mäßige Gaben von höchstens 2 kg pro Tag und Kopf, da größere Mengen harte Butter erzeugen. Auch bei anderen Tiergattungen, insbesondere auch bei Pferden, üben die Kokoskuchen eine gedeihliche Wirkung aus, doch beschränkt der hohe Preis ihre Verwendung meist auf die Fütterung der Milchkühe.

Die Palmkernkuchen,[1]) welche bei der Gewinnung von Öl aus den geschälten Früchten einer Palmenart durch Pressung gewonnen werden, weisen hinsichtlich ihrer Zusammensetzung, Verdaulichkeit und Verwendbarkeit eine große Ähnlichkeit mit den Kokoskuchen auf. Sie enthalten im Durchschnitt etwas weniger Protein und Fett als letztere und werden zumeist unter der Garantie eines Gehaltes von 16—18 % Rohprotein und 6—8 % Fett gehandelt. An Rohfaser sind sie ziemlich reich, indem die Kuchen durchschnittlich 23—25 %, vereinzelt über 35 % enthalten, doch besitzt dieser sonst wenig wertvolle Bestandteil im vorliegenden Falle eine hohe Verdaulichkeit und wird in seinem verdauten Teil voll verwertet. Ein großer Teil des Fettes findet sich auch in diesem Abfall in der Form freier Fettsäuren vor. Die Kuchen besitzen eine weißgraue Grundmasse, in der dunkle Teilchen von Schalenresten eingesprenkelt sind. Bei normaler Beschaffenheit von indifferentem Geschmack werden sie oft nicht gern aufgenommen, doch gewöhnen sich die Tiere namentlich an die trocken verabreichten Kuchen in der Regel bald, während die Zubereitung mit warmem Wasser einen unangenehmen Geschmack hervortreten läßt und mangelhaften Verzehr nach sich zieht. Das Palmkernkuchenmehl, das aus dem Kuchen hergestellt wird, steht letzteren in jeder Beziehung gleich, doch finden sich unter dieser Bezeichnung oder unter dem Namen Palmkernmehl auch Produkte vor, die nur $1^1/_2$—4 % Fett enthalten und ein extrahiertes Mehl darstellen. Letztere gehen in der Regel unter der Bezeichnung „Palmkernschrot". — Alle Abfälle der Palmkerne kommen in erster Linie bei der Fütterung des Milchviehes zur Verwendung und sind hier sehr geschätzt, weil sie wie wahrscheinlich auch die Kokosnußkuchen den Fettreichtum der Milch erhöhen;[2]) man gibt an Kühe pro Tag und Kopf bis zu 2,5 kg. Auch beim Mastvieh wirken sie günstig, können hier aber nur bei niedrigen Preisen mit Vorteil benützt werden. Da die Kuchen und fettreicheren Mehle ziemlich leicht ranzig werden, so ist auf sorgfältige Aufbewahrung derselben zu achten.

Auch bei den Leinsamenrückständen[3]) unterscheidet man, je nachdem dieselben gepreßtes oder extrahiertes Material darstellen, einerseits die fettreicheren Leinkuchen und Leinkuchenmehle, andererseits die fettärmeren, schlechthin „Leinmehle" genannten Produkte. Erstere besitzen einen ziemlich wechselnden Fettgehalt, im Mittel 7—9 %, letztere enthalten nur einen Rest von 3—4 % Fett;

[1]) A. Emmerling, Landw. Versuchsstationen 50. Bd., 1898, S. 5.

[2]) O. Kellner, Berichte über Landwirtschaft herausgegeben im Reichsamte des Innern Heft 21, 1911 (s. Teil III, Kap. 7, Sonderwirkungen usw.).

[3]) Siehe hierzu C. Haselhoff, Landw. Versuchsstationen 41. Bd., 1892, S. 55 und F. J. van Pesch, ebenda S. 73.

diesen Unterschieden entsprechend liegt der Proteingehalt guter Kuchen und deren Mehle im Mittel bei 28—35, derjenige der entfetteten Mehle zwischen 32 und 40 %. Großen Wert legt man in der Fütterungspraxis mit Recht auf die Fähigkeit der Leinsamenrückstände, in Wasser aufzuquellen und eine ausgiebige Menge des in diätetischer Hinsicht so wirksamen Schleimes zu bilden. In dieser Beziehung genügt die Handelsware oft nicht den berechtigten Ansprüchen. Sowohl bei dem Preßverfahren wie bei der Extraktion leitet man nämlich in manchen Fabriken Wasserdampf in die zerkleinerten Samen, bringt hierdurch die Schleimschicht zur Quellung und trocknet den Rückstand nachträglich, wodurch der Schleim in eine feste, spröde Masse verwandelt wird, die nicht mehr aufquillt. Die Leinsamenrückstände sind ferner mehr als andere Abfälle der Ölfabrikation der Verunreinigung und der Verfälschung ausgesetzt. Einerseits enthält nämlich die Leinsaat oft unglaublich große Mengen fremder Sämereien und erdiger Teile, und wenn diese auch im Hinblick auf die Gewinnung möglichst reinen Öles vor der Zerkleinerung der Leinsaat tunlichst abgesondert werden, so gelangt doch oft genug eine große Menge Unrat mit zur Verarbeitung; andrerseits lockt der hohe Preis der Leinsamenabfälle dazu an, denselben den Ausputz vor der letzten Pressung oder vor dem Mahlen wieder zuzusetzen oder auch andere, namentlich fettreichere Abfälle (Rapskuchen, Mohnkuchen, Senfkuchen usw.) zuzugeben. Da die dunkle, braune Farbe der entölten Leinsaat solche Fälschungen dem Laien nicht zu erkennen gestattet, so ist eine Untersuchung an geeigneter Stelle immer zu empfehlen und hierbei, wie stets, auch die Unverdorbenheit zu berücksichtigen. Wie die Leinsamen selbst, so benützt man auch die Rückstände derselben vornehmlich als diätetisches Mittel bei schwächlichen, heruntergekommenen Tieren während des Genesungsstadiums und bei jungen Tieren in den späteren Perioden der Entwöhnung. Bei niedrigem Preisstande würden sie selbstverständlich auch für Arbeits-, Milch- und Mastvieh eine ihrem Gehalt an verdaulichen Stoffen entsprechende Verwendung finden können. Sie erteilen bei reichlichen, 1—2 kg übersteigenden Gaben der Butter eine harte Beschaffenheit und den Geschmack nach Leinöl und wirken, im Übermaß verfüttert, auch auf die Qualität der Mastprodukte ungünstig, indem sie weiches Fleisch und Fett (S. 151) von fadem, unangenehmem Geschmack erzeugen. Die Kuchen und Kuchenmehle lassen diese Wirkungen mehr hervortreten als das extrahierte Leinmehl.

Raps- und Rübsenkuchen.[1]) — Diese beiden Arten von Abfällen, welche bei der Herstellung des Rüböls aus gereinigter Saat durch Pressen gewonnen werden, sind in Zusammensetzung und Gebrauchswert voneinander nicht wesentlich verschieden und kommen gewöhnlich mit einem garantierten Gehalt von 28—34 % Rohprotein und 8—11 % Fett, teils in Form von Kuchen, teils gemahlen in den Handel. Weniger häufig werden extrahierte Rapsmehle angeboten, die durchschnittlich nur 3—5 % Fett neben einem entsprechend höheren Proteingehalt (32—38 %) aufweisen. Sowohl Raps- wie Rübsensamen

[1]) Siehe hierzu die Monographie von O. Foerster, Landw. Versuchsstationen 50. Bd., 1898, S. 371.

und deren entölte Rückstände nehmen schon beim bloßen Anfeuchten, mehr aber noch beim Anrühren mit erwärmtem Wasser einen scharfen durchdringenden Geruch an, der dadurch erzeugt wird, daß im Samen vorgebildete Stoffe aufeinander einwirken und flüchtige, die Schleimhäute reizende Stoffe abspalten. Wie im zerquetschten Senf nach Wasserzusatz ein Enzym, das Myrosin, einen anderen Samenbestandteil, das myronsaure Kalium, unter Bildung des gewöhnlichen (Allyl-) Senföls zerlegt (S. 7), so kommen auch in den Samen des Rapses, des Rübsens und anderer Kreuzblütler Substanzen vor, die in ähnlicher Weise aufeinander einwirken und scharfe flüchtige Stoffe liefern. Leider ist der chemische Vorgang, der sich bei dieser Umsetzung abspielt, ebenso wie die Natur der dabei entstehenden Produkte noch allzuwenig erforscht;[1]) nur soviel steht fest, daß die flüchtigen Umsetzungsprodukte keine einheitliche chemische Verbindung, sondern ein Gemenge verschiedener Körper sind, die mit dem gewöhnlichen Senföl verwandt sind, im einzelnen aber vermutlich mit der Art der Samen, den klimatischen Verhältnissen am Anbauorte, der Behandlung der Samen bei der Entölung, der Dauer der Aufbewahrung der Körner usw. wechseln. Eine genauere Erforschung dieser Umstände wäre von großer praktischer Bedeutung, da es feststeht, daß aus Cruciferensamen hergestellte Ölkuchen Entzündungen der Schleimhäute in den Verdauungswegen, Erkrankungen der Harnorgane, Verkalben, Abmagerung und den Tod der damit gefütterten Tiere herbeiführen oder der Milch Eigenschaften verleihen können, die sich in üblem Geschmack, Durchfall der mit solcher Milch ernährten Kälber und Siechtum der Säuglinge kundgeben. Während nun weiter die europäischen Raps- und Rübsensamen und deren Abfälle, in mäßigen Mengen verfüttert, nicht nachteilig auf den Gesundheitszustand der Tiere einwirken, finden sich in den Rapskuchen und Mehlen seit einiger Zeit ausländische, namentlich indische Raps- und Senfarten, nach deren Verfütterung schädliche Folgen wiederholt und unzweifelhaft nachgewiesen sind. Letztere treten freilich nicht immer und bei jedem Individuum auf, dem man versuchsweise „indische" Rapskuchen verabreicht, sondern es geht hier ebenso, wie mit dem Kornausputz (S. 361) oder mit verdorbenen Futtermitteln, die auch nur in einzelnen Fällen und unter noch unbekannten Umständen schädlich wirken. Es ist möglich, daß schon eine stärkere Erhitzung der Saat vor der Ölgewinnung, die Witterungsverhältnisse beim Anbau und bei der Ernte, der Ausreifungsgrad der Samen usw. die gesundheitliche Wirkung der Abfälle nach der einen oder anderen Richtung ändern. Nach alledem wird man in der Menge des Senföls, die sich aus einer der in Rede stehenden Ölkuchensorten bildet, nicht — wie bisher — das allein maßgebende Beurteilungsmoment erblicken dürfen, zumal das aus Raps und Rübsen dargestellte (Crotonyl-) Senföl, — entgegen den früher herrschenden Ansichten — nach neueren Untersuchungen[2]) ziemlich harmlos sein und an Giftigkeit

[1]) Vergl. u. a. V. Dircks, Landw. Versuchsstationen 28. Bd., 1883, S. 179; A. Schlicht, ebenda 41. Bd., 1892, S. 175; G. Jörgensen, ebenda 51. Bd., 1899, S. 311 und 52. Bd., 1899, S. 269; B. Sjollema, ebenda 54. Bd., 1900, S. 311.

[2]) E. H. Stein, Mitteilungen der deutschen Landw.-Gesellschaft 1906, Stück 50; Ch. Brioux, Ann. de la science agr. 28. Jahrg. 1911, S. 241.

und Schärfe dem aus gewöhnlichem Senf gewonnenen flüchtigen Allyl-Senföl bei weitem nachstehen soll.

Die im Handel vorkommenden Abfälle der Raps- und Rübsensamen sind häufig sehr stark mit allen möglichen Unkrautsämereien, mit sandigen und erdigen Stoffen verunreinigt, nicht selten auch verfälscht, und zwar dienen dem letzteren Zweck nicht etwa bloß der Unrat, welcher bei der Reinigung der verschiedensten Ölsamen und Körnerfrüchte abgesondert wird, sondern auch andere Ölkuchenmehle von geringem Wert, wie namentlich die der Senfarten, ferner eine große Zahl gemahlener Pflanzenabfälle, erdige Stoffe, Sand, kurz alles, was sich in die Kuchen hineinpressen läßt, ohne sich dem bloßen Auge sofort zu verraten; ja es gibt „Rapskuchen", die überhaupt keine Raps- und Rübsenabfälle enthalten, sondern nur aus einem Gemisch von zerkleinerten Unkrautsamen (Ackersenf, Hederich, Knöterich, Kornrade, Melden usw.) bestehen. Gemische dieser Art bilden unter der Bezeichnung „Ravisonmehl" geradezu einen Handelsartikel. Rapskuchen und Mehle, die nur aus europäischer Saat hergestellt sind, gehören überhaupt seit längerer Zeit zu den Seltenheiten, indem die Rübölfabriken die europäische Saat mit den billigen indischen Raps- oder Senfsamen vermischen oder letztere auch unverschnitten verarbeiten. Wirkt auch die indische Saat zwar zumeist nicht schädlich, so ist ihre Verwendung doch immer mit einer gewissen Unsicherheit verknüpft. Aus diesem Grunde, und weil indische Saat zurzeit niedriger im Preise steht wie europäische, erscheint die Forderung gerechtfertigt, Rapskuchen aus indischer Saat im Handel als solche zu bezeichnen.

Da beim Anfeuchten der in Rede stehenden Abfälle mit kaltem oder heißem Wasser oder in Berührung mit anderen wasserreichen Stoffen die Senfölbildung bald einsetzt, so gilt hier die Trockenfütterung als Regel, doch bildet dieselbe keinen Schutz vor Gesundheitsstörungen. Die senfölbildenden Futterarten solange zu kochen oder zu dämpfen, bis der scharfe Geruch verschwunden ist, nimmt geraume Zeit in Anspruch und ist ein Verfahren, dessen Zweckmäßigkeit noch zu erweisen wäre. Wenn nämlich auf letztere Weise auch die Wirksamkeit der im Futter vorhandenen Enzyme abgeschwächt oder vernichtet wird, so bleibt es doch möglich, daß einzelne Verdauungsflüssigkeiten oder die Enzyme anderer Futterstoffe eine nachträgliche Senfölbildung vermitteln. Wäre es sicher, daß eine derartige Wirkung nachträglich nicht stattfindet, so würde man durch bloßes Erhitzen der Kuchen und Mehle am einfachsten zum Ziele kommen, indem schon eine trockene Wärme von etwas über 100° C. die senfölbildenden Fermente des Raps- und Rübsensamen unwirksam machen soll.[1]) — Die genaue Erforschung dieser Verhältnisse würde uns einen guten Schritt vorwärts bringen und auch die Verwendbarkeit der Abfälle erweitern. Wegen des bitteren Geschmackes der Milch und Butter und wegen der weichen Beschaffenheit des Butterfettes, welche nach reichlicher Verfütterung von Raps- und Rübsenrückständen wahrzunehmen sind, beschränkt man selbst bei guter und reiner Beschaffenheit dieser Futtermittel die tägliche Gabe pro Stück beim Milchvieh auf 1 kg und hält sich sonst auch bei anderen

[1]) O. Hagemann, Zentralblatt für Agrikulturchemie 32. Jahrg., 1903, S. 685.

Tiergattungen innerhalb engerer Grenzen. So gibt man an Mastrinder und Zugochsen nur bis zu 2, an Schafe bis zu 0,15 kg, an Schweine, bei denen ölreiche Abfälle dieser Art einen tranigen Speck und weiches Fleisch erzeugen, höchstens bis zu 0,25 kg. An jüngere Tiere verfüttert man sie wegen der Gefahr hartnäckiger Durchfälle am besten überhaupt nicht. Im ganzen stellen die Raps- und Rübsenkuchen ein wenig schmackhaftes Futter dar, an das die Tiere nur langsam zu gewöhnen sind.

Die Sonnenblumensaatkuchen[1]) und aus diesen hergestelltes Mehl werden zumeist nur aus mangelhaft oder gar nicht geschälten, schlecht gereinigten Samen gewonnen und enthalten daher oft große Mengen der strohartigen rohfaserreichen Schalen nebst Unkrautsamenresten und erdigen Teilen. Sie kommen gegenwärtig gewöhnlich mit einer Garantie von 38% Rohprotein und 12% Fett in den Handel. Ihre Verdaulichkeit ist nicht wesentlich verschieden von der anderer aus ungeschälten Samen gewonnener Ölkuchen, und gegen ihre Bekömmlichkeit scheinen nach den bisherigen Erfahrungen keine Bedenken zu bestehen. Sie eignen sich in täglichen Gaben von 2—2,5 kg pro Stück sehr gut zur Fütterung des Milchviehs, bei dem sie eine günstige Wirkung auf den Fettgehalt der Milch ausüben und die Beschaffenheit der Butter nicht beeinflussen sollen. Ebenso sind sie am Platze bei der Mast der Rinder und Schafe und sollen hier dem talgigen Geschmack der Schlachtprodukte entgegenwirken. Auch bei Pferden haben sie sich bewährt. Bei der Fütterung der Mastschweine aber sind sie einer festen Beschaffenheit des Fleisches und Speckes nicht förderlich. Die Sonnenblumensaatkuchen besitzen bei großer Kompaktheit eine außerordentliche Härte, die der Zerkleinerung Schwierigkeiten macht. Sie gehören zu den haltbarsten Ölkuchenarten.

Mohnkuchen[2]). — Bei der Ölgewinnung aus Mohnsamen kommt gegenwärtig fast nur das Preßverfahren in Anwendung, bei welchem je nach der Farbe der Saat graue, hellgelbe, rötliche und bräunliche Kuchen gewonnen werden. An Rohprotein finden sich in diesen Abfällen 30—40, durchschnittlich 35—36%, und an Fett 6—17, im Mittel 12%. Nach der Verfütterung hat man des öfteren eine auffällige Trägheit und Schläfrigkeit der Tiere bemerkt und diese in Zusammenhang gebracht mit einem geringen Gehalt an Opiumalkaloiden, die bekanntlich schlafbringend wirken. Wenn auch gut ausgereifte Mohnsamen narkotische Stoff dieser Art nicht oder nur in äußerst geringen Spuren enthalten, so dürfte die erwähnte Ansicht doch richtig sein, da sowohl unreife, noch Milchsaft führende Samen als auch die Samenkapseln, die aus der Saat nicht immer vollständig abgeschieden werden, alkaloidhaltig sind.[3]) Aus diesem Grunde gebietet es die Vorsicht, die sonst schmackhaften, leicht verdaulichen Kuchen an empfindliche Tiere, wie Jungvieh, tragende und säugende Kühe und an Pferde

---

[1]) Siehe hierzu die Monographien von Th. Kosutany, Landw. Versuchsstationen 43. Bd., 1894, S. 253 und von R. Windisch, ebenda 57. Bd., 1902, S. 305.

[2]) F. Mach, ebenda 57. Bd., 1902, S. 419.

[3]) Allan Malin, Ber. d. deutschen pharm. Gesellsch. 17. Bd., 1907, S. 60.

überhaupt nicht zu verfüttern und die Mohnkuchen hauptsächlich bei der Mast der Rinder, Schafe und Schweine zu verwenden. Wie sie sich bei der Ernährung der Kühe verhalten, ist eine noch nicht genügend geklärte Frage; manche behaupten, daß sie der Milch einen faden Geschmack, bläuliche Farbe und ungenügende Aufrahmfähigkeit erteilen und den Fettgehalt herabsetzen, während andere sie als gutes Milchfutter empfehlen. Jedenfalls ist es geraten, nicht mehr als 1—1$^1/_2$ kg pro Tag und Kopf an Tiere dieser Art zu verfüttern und die dabei gewonnene Milch weder als Kindermilch, noch zur Ernährung junger Tiere zu benützen. — Der Verfälschung sind die Mohnkuchen ihres niedrigen Preises wegen nicht in dem Maße ausgesetzt, wie andere Ölkuchen; ihre Haltbarkeit ist gering.

Hanfkuchen[1]) weist einen Gehalt von 26—34, durchschnittlich 32% Rohprotein und 8—20, durchschnittlich 10% Fett auf; Hanfschrot, das bei der Extraktion der gestampften Hanfsamen erhalten wird, besitzt einen mittleren Gehalt von 35—36% Rohprotein und 2—4% Fett. Durch Blätter- und Stengelabfall, Sand und Erde mehr oder weniger verunreinigt, sind die billigen Hanfsamenrückstände zwar selten verfälscht, dafür aber infolge hoher Rösttemperaturen, die man bei der Ölgewinnung gewöhnlich anzuwenden scheint, oft verbrannt oder infolge schlechten Austrocknens namentlich oft verschimmelt. Da der Hanf, wie der Mohn im Verdacht steht, narkotische Stoffe zu enthalten und bei tragenden Tieren in der Tat Verwerfen verursacht hat, so muß die Verfütterung seiner Abfälle hauptsächlich auf erwachsene männliche Tiere beschränkt werden. Unverdorbene Hanfkuchen bilden ein gutes Futter für Arbeitspferde, denen man jedoch nicht mehr als 1,5 kg pro Tag und Kopf reicht, um die gleiche Menge Hafer zu ersetzen; Mastrinder haben Rationen bis zu 2,5 kg ohne Nachteil vertragen, doch schränkt man auch hier die Gabe besser auf 1,5 kg ein; Mastschafe können bis zu 0,5 kg pro Tag und Kopf erhalten, und bei Milchvieh ist 0,5 kg das noch zulässige Maß. Man behalte immer im Auge, daß Hanfabfälle ein hitziges, leicht zu Durchfall und Abortus führendes Futter sind.

Sojabohnenkuchenmehl, sowie das durch Extraktion der zerkleinerten Bohnen oder der Preßrückstände gewonnene entfettete Sojabohnenmehl[2]) haben in den letzten Jahren bei uns in verhältnismäßig kurzer Zeit ausgedehnte Verwendung als Futtermittel gefunden. Beide Abfälle gehören mit einem Gehalte von 44—48% Rohprotein zu den eiweißreichsten Futtermitteln, die uns zur Verfügung stehen und zeichnen sich vor den meisten übrigen Abfällen der Ölfabrikation auch durch eine sehr hohe Verdaulichkeit, die für die organische Substanz 90—97, für das Rohprotein 90—92% beträgt, aus. Verfälschungen scheinen bei ihnen nicht gerade häufig vorzukommen, nur läßt ihr Frischezustand manchmal zu wünschen übrig. Bei der Verfütterung unverdorbenen Sojamehles haben sich bis jetzt Unzuträglichkeiten nicht herausgestellt. In einigen Fällen hat man zwar nach der Verfütterung größerer Gaben an Milchvieh beobachtet, daß der Geschmack der Butter etwas benachteiligt wurde, in anderen Fällen aber trat

---

[1]) A. Lemcke, Landw. Versuchsstationen 55. Bd., 1901, S. 161.

[2]) F. Honcamp, ebenda 73. Bd., 1910, S. 241.

ein solcher Einfluß nicht hervor. Man halte sich hier also zunächst an mäßige Gaben, die 1½ kg pro Kopf und Tag nicht überschreiten. Auch bei Schweinen gehe man in den ersten Monaten nach dem Absetzen nicht zu hoch, im Alter von 6 Monaten aber vertragen diese Tiere täglich pro Kopf bis zu ½ kg recht gut; vorzuziehen ist hier wegen der Beeinflussung der Eigenschaften des Speckes stets das entfettete Mehl. An Mastrinder und Arbeitsochsen kann man auf das Stück täglich bis zu 2 kg, an Pferde je nach deren Leistung bis zu 1,5, an Mastschafe bis zu 0,5 kg reichen. Auch für Jungvieh eignen sie sich als Nebenfutter.

Von anderen Abfällen der Ölfabrikation, welche seltener auf dem Markte erscheinen, seien hier noch die folgenden erwähnt: Die Bucheckernkuchen, über deren Eigenschaften dasselbe zu sagen ist, wie von den ungepreßten Buchensamen; (S. 360); die Madiakuchen, welche im Verdachte stehen, narkotische Stoffe zu enthalten und daher nur in beschränkten Gaben an Mastrinder verabreicht werden, die Leindotterkuchen, wie die vorigen ein sehr wenig schmackhaftes Futter, das einen scharfen, an Zwiebeln und Senf erinnernden Geruch besitzt, den Milchertrag herabsetzt und der Milch und Butter, ja selbst dem Fleische der damit gefütterten Tiere einen unangenehmen Geschmack verleiht, sowie Verwerfen verursachen soll; die Kandlenußkuchen, deren Öl eine abführende Wirkung besitzt; die Nigerkuchen, die in ziemlich großen Mengen von Milchkühen vertragen und auch bei der Mast von Rindern und Schafen mit Erfolg verwendet werden können[1]); die Rizinuskuchen, die infolge des Gehaltes eines giftigen Eiweißstoffes schon in sehr geringen Mengen todbringend wirken und erst durch langandauernde Einwirkung von hochgespanntem Wasserdampf verfütterbar gemacht werden können (s. hierzu S. 374); die Mandelkuchen, ein namentlich für Milchvieh sehr geschätztes, schmackhaftes und allen Tieren sehr bekömmliches Futter. — Beschränkt in ihrem Vorkommen sind ferner die Rückstände der Kümmel-, Fenchel-, Anis-, Koriander und Ajowan-Samen, welche bei der Fabrikation ätherischer Öle zurückbleiben, nachdem diese Öle aus ihnen abgeschieden worden sind. Da bei dieser Fabrikation bisher weder eine Pressung, noch eine Extraktion mit fettlösenden Mitteln stattfand, so blieb den Rückständen der natürliche hohe Fettreichtum der Samen erhalten. Sie finden hauptsächlich bei der Fütterung des Milchviehes und der Mastrinder Verwendung.

VII. Abfälle der Stärkefabrikation.

Da zur Fabrikation des Stärkemehls sehr verschiedenes Rohmaterial verwendet und nach verschiedenen Methoden verarbeitet wird, so werden auch Abfälle von sehr abweichender Beschaffenheit und sehr unterschiedlichem Futterwert erhalten.

Die Kartoffel liefert bei ihrer Verarbeitung auf Stärke[2]) als Abfall zunächst die Pülpe oder Faser, ein Produkt, welches in frischem Zustande

---

[1]) J. Hansen, Mitt. der D. Landw.-Gesellschaft 1911, Stück 29—31.
[2]) O. Saare, Fabrikation der Kartoffelstärke, Berlin 1897.

nur 3—10 % Trockensubstanz enthält, durch Lagern in Gruben mit durchlässigem Boden oder durch Preßvorrichtungen aber auf einen Trockengehalt von 25—30 % gebracht werden kann. Bei der Entwässerung durch Pressen bedient man sich eines schwachen Kalkzusatzes (0,5—2 kg auf 1000 kg Pülpe), ohne welchen die Entfernung des Wassers schlecht gelingt, und der Trockensubstanzgehalt nur auf 15—16 % erhöht werden kann. Da aber diese feuchten Abfälle bald der Säuerung und Zersetzung unterliegen, so pflegt man sie, wenn sie nicht rasch verfüttert werden können, einzusäuern, seit einiger Zeit auch zu trocknen (S. 274) und zu mahlen. In der Form, in welcher unmittelbar nach dem Auswaschen des Stärkemehls die Pülpe gewonnen wird, stellt sie ein sehr wässeriges, fades Futter dar, welches hauptsächlich bei der Rinder- und Schweinemast, wohl auch bei der Fütterung des Milchviehes Verwendung findet, bei Pferden und Schafen aber in größeren Gaben wegen seines Wasserreichtums nicht am Platze ist. Dem Mastvieh kann man von diesem Abfall pro Tag und Stück bis zu 30 kg, dem Milchvieh etwa bis zu 20 oder 25 kg, den Schweinen bis zu 10 kg verabreichen; von der gepreßten Pülpe gibt man entsprechend weniger. Ein Anwärmen, Kochen oder Dämpfen der Pülpe ist hierbei immer und zwar um so mehr zu empfehlen, je wasserreicher dieselbe ist; für Schweine wird Pülpe am besten gekocht. Von der getrockneten und gemahlenen Pülpe hat man an Pferde 2,5—3,5, an Mastrinder ebensoviel, an Milchkühe 2 kg ohne Nachteil verfüttert. Beim Jungvieh kann dieser Abfall nur als Nebenfutter benützt werden. — Die Kartoffelpülpe besteht ausschließlich aus Schalen, Fasern und Stärkemehl und enthält an letzterem in der Trockensubstanz 50—60 %; an Rohprotein finden sich in der wasserfreien Substanz nur 3—5, an Fett nur 0,1—0,2 % vor. Trotz ihres niedrigen Rohfasergehaltes (8—14 % der Trockensubstanz) ist ihre Verdaulichkeit keine besonders hohe, indem der Verfasser fand, daß Ochsen die organische Substanz nur zu 62 % ausnützen und das Verdaute nur aus stickstofffreien Extraktstoffen und Rohfaser bestand; der Nährwert der verdauten Stoffe kam jedoch dem des in reiner Form verabreichten Stärkemehls vollständig gleich.

Das verdünnte **Fruchtwasser** der Kartoffeln, welches bei der Stärkegewinnung abläuft, weist nur 0,2—0,6 % Trockensubstanz auf; es geht sehr schnell in Fäulnis über und wird höchstens zum Anbrühen oder Kochen anderer Futterstoffe benützt.

Bei der Verarbeitung des **Weizens** auf Stärke erhält man, wenn das ganze Korn nach dem Gärungsverfahren in gequetschtem Zustande der Säuerung unterworfen wird, nach der Abscheidung der Rohstärke in Waschtrommeln zunächst die **Weizentreber**, welche größtenteils aus den Hülsen, Keimen und ausgesondertem Kleber bestehen; bei der Reinigung der Rohstärke durch Absetzen oder Zentrifugieren gewinnt man ferner noch die kleber- und stärkereiche, wenig zerkleinerte Hülsen enthaltende **Weizenschlempe**. In neuerer Zeit ist das Gärverfahren mehr und mehr verlassen worden und an seine Stelle das direkte Auskneten und Auswaschen der Stärke aus eingequellten gequetschten Körnern oder zu Teig angerührtem Weizenmehl getreten. Im ersteren Falle, bei der Verarbeitung der Körner, bleibt in den Knetmaschinen ein Gemisch von Hülsen,

Kleber und wenig Stärke, die Treber übrig, und bei der Reinigung der Rohstärke, die ebenso wie beim Gärverfahren vor sich geht, erhält man dann einen süßen Kleber; wendet man Mehl als Ausgangsmaterial an, so wird als Nebenprodukt nur ein sehr reiner süßer Kleber gewonnen. Sämtliche Abfallprodukte, die nach diesen verschiedenen Methoden gewonnen werden, sind sehr wasserreich und unterliegen rasch der Zersetzung. In Anbetracht des hohen Protein- und Fettgehaltes finden sie im frischen Zustande bei der Fütterung der Mastrinder, Schweine und auch des Milchviehes gute Verwendung. Einer Trocknung wird in der Regel nur der Kleber unterworfen, der neben dem Reis- und Maiskleber das proteinreichste unter allen Futtermitteln bildet.

Der Reis wird behufs Stärkegewinnung in schwacher Natronlauge eingequellt, welche den größten Teil der Proteinstoffe in Lösung bringt. Nach der Trennung des gelösten von dem ungelösten Teile wird aus letzterem die Stärke durch Auswaschen oder Zentrifugieren abgeschieden und der feuchte, aus Schalen, Keimen und Stärke bestehende Rückstand, die Reisschlempe, entweder so wie sie ist, oder nach dem Pressen bezw. Trocknen als Viehfutter verwendet. Aus der alkalischen Lösung schlägt man mittels Salzsäure oder Kohlensäure den Kleber als Schlamm nieder, der dann, zuweilen nach Zusatz von etwas Kalk gepreßt, getrocknet und gemahlen wird. Die Reisschlempe, welche dem gleichnamigen Abfall des Weizens ähnlich zusammengesetzt ist, findet dieselbe Verwendung wie dieser.

Vom Mais werden bei der Verarbeitung auf Stärke und Glukose[1]) recht verschiedene Produkte erhalten, unter denen die Maiskeim-, Maisöl- oder Maisglukosekuchen die bekanntesten sind. Man trennt gewöhnlich zunächst den mehlartigen Teil von den Keimen und hornartigen Schalen durch wiederholtes Mahlen und Absieben bezw. Abschlemmen des trocknen oder in sehr verdünnter schwefliger Säure eingequellten Kornes und sondert durch Abblasen bezw. Abschlemmen die ölreichen Keime, welche, nachdem etwas Öl aus ihnen gewonnen ist, als Maiskeim- oder Maisölkuchen verkauft werden. Letztere enthalten außer den Keimen stets auch Schalen und Stärke. Aus den abgesonderten Stärketeilen trennt man den Kleber wie beim Reis, oder man verwendet schweflige Säure an Stelle der Natronlauge und scheidet den Kleber durch Abschlemmen ab. Ganz ähnlich verfährt man bei der Herstellung des Traubenzuckers, indem zuerst in der eben erwähnten Weise die Keime und Schalen von den Mehlteilchen gesondert und letztere alsdann verzuckert werden, wobei wiederum Kleber gewonnen wird. In den verschiedenen, so erhaltenen Abfällen macht sich zuweilen ein geringer Gehalt an schwefliger Säure bemerkbar, welcher die Tiere von dem Verzehr dieser Produkte abhält. Die Schalen, mit mehr oder weniger Kleber vermischt, kommen als Maisglukosekuchen, Maizena, Maissana, Maisolin und unter anderen Bezeichnungen (gluten feed), der Kleber, welcher nur wenig Schalen enthält, als Klebermehl (gluten meal) in den Handel. Während die Maiskölbchen

[1]) O. Saare, Die Industrie der Stärke und Stärkefabrikate in den Vereinigten Staaten, Berlin 1896; F. Barnstein, Landw. Versuchsstationen 67. Bd., 1907, S. 419.

18—22 % Rohprotein und 7—11 % Fett enthalten, sind die übrigen Produkte proteinreicher und fettärmer; man findet im Maizenafutter durchschnittlich 26 % Rohprotein und 2—4 % Fett, im Maisklebermehl dagegen bei etwa gleichem Fettgehalt 35—38 % Rohprotein. — Alle diese Abfälle sind, wie die im Anhang mitgeteilten Zahlen lehren, sehr hoch verdaulich. Ähnlich dem Mais, sollen auch die in Rede stehenden Rückstände besonders auf Wohlbeleibtheit hinwirken. Sie haben sich bei der Mast der Rinder gut bewährt und dienen vielfach auch zur Fütterung des Milch- und Jungviehs, wie der Schweine. Bei den Ölkuchen ist zu beachten, daß sie, ebenso wie der Mais selbst, weichen Speck und weiches Fleisch erzeugen.

VIII. Abfälle der Zuckerfabrikation.

Die Fabriken, welche Rübenzucker darstellen, liefern der Landwirtschaft zwei für die Fütterung wertvolle Abfälle zurück, die ausgelaugte Rübensubstanz und den auf verschiedene Weise gereinigten, soweit als angängig entzuckerten Rübensaft.

Die ersteren Rückstände, die Zuckerrübenschnitzel, auch Diffusionsschnitzel genannt, denen in den bekannten Extraktionsbatterien der zuckerführende Saft bis auf sehr geringe Mengen entzogen ist, stellen in dem Zustande, in welchen sie aus den Apparaten kommen, ein sehr wasserreiches, nur etwa 7 % Trockensubstanz enthaltendes Material dar, das in der Regel mittels eigens konstruierter Pressen nachträglich auf einen Gehalt von 10—12, neuerdings sogar auf 15 % Trockensubstanz gebracht wird. Was von diesem Material nicht alsbald verfüttert werden kann, wird zum Teil eingesäuert (S. 244), zum Teil in der bereits (S. 274) beschriebenen Weise getrocknet. Da man in den Fabriken gegenwärtig zu allermeist noch darauf ausgeht, dem Rohmaterial den Zucker möglichst vollständig zu entziehen, so enthalten die Schnitzel nur sehr geringe Mengen wasserlösliche Stoffe, worunter, auf wasserfreie Substanz berechnet, nur 2—8 % Zucker. Nach einem neuerdings von Steffen vorgeschlagenen, bereits mehrfach eingeführten Verfahren werden die Rüben behufs Gewinnung reinerer, sich leichter verarbeitender Säfte nur soweit ausgelaugt, daß in den nassen Schnitzeln noch etwa 9 % Zucker zurückbleiben. Letztere sollen nach dem Abpressen ca. 30 % Trockensubstanz enthalten und ebenso getrocknet werden, wie die gewöhnlichen, vollständiger entzuckerten Abfälle. Nach der Analyse so gewonnener „Zuckerschnitzel" finden sich in denselben durchschnittlich noch 30—35 % Zucker. Ihr Nährwert stellt sich auf Grund der mit ihnen ausgeführten Ausnützungsversuche (s. die Tabellen im Anhange) etwas höher als der der Trockenschnitzel.[2])

Die Rübenschnitzel werden im frischen wie im getrockneten Zustande trotz ihres nicht unbedeutenden Rohfasergehaltes sehr hoch, die organische Substanz zu 77 % verdaut, indem die nicht verholzten, sehr quellungsfähigen und an Pektinstoffen reichen Zellwände den Verdauungsfermenten offenbar keinen großen Wider-

---

[1]) Siehe hierzu die Monographie von M. Schmöger, Landw. Versuchsstationen 59. Bd., 1903, S. 83.

[2]) Fr. Honcamp, Landw. Versuchsstationen 65. Bd., 1907, S. 381.

stand entgegensetzen. In der Nährwirkung übertreffen die Schnitzel bei Verabreichung gleicher Mengen verdaulicher Substanz nach des Verfassers Beobachtungen sowohl bei Mastrindern (S. 171) wie bei Milchvieh[1]) sogar die Runkelrüben um einen nicht unerheblichen Betrag. Immerhin sind die verdauten Stoffe nicht vollwertig, sondern es steht, wie W. Schneidewind[2]) auch bei Mastschweinen beobachtet hat, ihre Wirkung z. B. hinter derjenigen der Kartoffeln zurück.

Was nun die Verwendbarkeit dieser Abfälle anbetrifft, so sind die frischen und gesäuerten Schnitzel ihres hohen Wassergehaltes wegen für arbeitende Pferde nicht geeignet; wenig beschäftigten oder ruhenden Tieren dieser Art reicht man aber zeitweise kleinere Mengen von 10—20 kg. Milchkühe vertragen auf 1000 kg Lebendgewicht höchstens 40 kg, indem bei größeren Gaben, namentlich wenn nicht für protein- und fettreiches Kraftfutter gesorgt wird, harte, weiße Butter von schlechtem Geschmack erzeugt wird. Sind die nassen Schnitzel bereits in Zersetzung übergegangen, so treten zudem leicht Verdauungsstörungen und schwere, unter der Bezeichnung „Schnitzelkrankheit" zusammengefaßte Erscheinungen auf. Wird die Milch zur Ernährung des Jungviehes benutzt, so dürfen nur mäßige Mengen Schnitzel gefüttert werden, da sonst Durchfälle häufig sind. Sehr gut bewährt haben sich die frischen und gesäuerten Abfälle dieser Art bei der Rindermast, bei welcher 60—80 kg auf 1000 kg Lebendgewicht noch ohne Nachteil verfüttert werden können; auch Mastschafe und Mastschweine verwerten bis zu 60 kg auf 1000 kg Lebendgewicht noch gut. Tragenden Tieren und Jungvieh gegenüber verhalte man sich mit der Schnitzelfütterung vorsichtig, verfüttere nur ganz frisches Material in mäßigen Mengen oder stehe besser ganz davon ab. — Die Trockenschnitzel nehmen in Berührung mit Flüssigkeiten ungefähr das Fünffache ihres Gewichts an Wasser auf und schwellen dabei auf das Dreifache ihres Volumens an.[3]) Da diese Volumvermehrung auch im Munde und im Magen stattfindet, so leuchtet es ein, daß größere Gaben getrockneter Schnitzel zu Beschwerden im Schlunde und zur Erstickung, zu Indigestionen, bei einmagigen Tieren auch zur Zerreißung des Magens führen können. Es scheint daher durchaus zweckmäßig, dieses Futter vor dem Verzehr etwas anzufeuchten, wozu schon das 2—3fache seines Gewichtes an Flüssigkeit vollkommen ausreicht. Pferde nehmen die Trockenschnitzel überhaupt nicht gern, und man verabreicht ihnen daher auch nur kleinere Mengen von 2—2,5 kg pro Tag und Kopf. Für Mast- und Milchvieh verwendet man warme Schlempe, warme verdünnte Melasse oder warmes Wasser zum Anfeuchten und verfüttert[4]) pro Tag und Kopf an Kühe 3, höchstens 4,5 kg, an Mastrinder 5—7,5 kg, an Zugochsen 4—6 kg, an Kälber je nach dem Alter 0,5—2 kg und an Schweine 0,75—1,5 kg, letzteren recht

[1]) Landw. Versuchsstationen 49. Bd., 1898, S. 401.

[2]) Landw. Jahrbücher 31. Bd., 1902, S. 924.

[3]) Nach Angaben von B. Schulze, welche bestätigt worden sind, quellen Schnitzel, die nach Kalkzusatz (S. 274) gepreßt und darauf getrocknet sind, in Wasser nicht mehr genügend auf (Zentralblatt für Agrikulturchemie 24. Bd., 1895, S. 534).

[4]) M. Maercker, Wesen und Verwertung der getrockneten Diffusionsrückstände. Berlin 1891.

zweckmäßig nach dem Einquellen der Schnitzel in abgerahmter Milch, Molken oder verdünnter Melasse. Nachteilige Einflüsse auf die Milch und Butter treten bei den getrockneten Schnitzeln weniger leicht auf, als bei nassen oder gesäuerten. Von Zuckerschnitzeln,[1]) die ebenso wie die noch zu besprechende Melasse und deren Mischungen eine die Freßlust stark anregende und kolikhemmende Wirkung haben, werden von Kühen 3—4, von Mastrindern 5—6, von Zugochsen 4—5, von Pferden 2—3, von Mastschweinen 1,5—2 kg gut vertragen. — Da die in Rede stehenden Abfälle arm an knochenbildenden Mineralstoffen sind, so geben sie bei dauernder reichlicher Verfütterung namentlich leicht beim Milchvieh Veranlassung zur Entstehung der Knochenbrüchigkeit. Durch kalk- und phosphorsäurereiche Futtermittel anderer Art oder durch direkte Ergänzung der Ration mit kohlensaurem oder phosphorsaurem Kalk kann man diese Folgen vermeiden.

Der Verfälschung sind die Trockenschnitzel wenig ausgesetzt, höchstens werden gelegentlich Melasseschnitzel an Stelle der Trockenschnitzel geliefert. Zu beachten ist jedoch beim Ankauf der Feuchtigkeitsgehalt der Ware, welcher bis auf 17 % steigen kann, während gut aufbewahrte oder frische Trockenschnitzel nur 10 bis 11 % enthalten; ferner ist der Unverdorbenheit Aufmerksamkeit zu schenken, indem alte Schnitzel oft sehr staubig, daher wenig schmackhaft und zuweilen auch verschimmelt sind. Auch ist manchmal ein Teil der Schnitzel verbrannt (S. 277).

Die Melasse[2]) stellt den letzten Rückstand dar, welcher bei der Verarbeitung zuckerhaltiger Pflanzensäfte auf Rohrzucker übrig bleibt. Trotz der verschiedenen Methoden, welche bei der Reinigung dieser Säfte in Anwendung kommen, treten in der Zusammensetzung dieses Endabfalles keine sehr großen Unterschiede auf, indem nach des Verfassers[3]) Untersuchungen Rübenmelassen sehr verschiedener Herkunft in der Trockensubstanz enthielten: 63,0—70,8 % Gesamtzucker, 20,2 bis 26,3 % organische Nicht-Zuckersubstanz, 10,8—15,3 % Stickstoffsubstanz, 0,25 bis 1,3 % Eiweiß und 7,1—10,7 % Mineralstoffe. Innerhalb dieser Grenzen lagen auch die Werte für solche Melasse, die beim Raffinieren des Rohzuckers gewonnen wird. Etwas andere Zahlen lieferte jedoch die Analyse der sogenannten Restmelassen, welche in den Melasseentzuckerungsanstalten nach dem Strontianverfahren erhalten werden; in der Trockensubstanz dieser Melassen wurde nämlich gefunden: Gesamt-Zucker 72,0—78,7 %, organische Nicht-Zuckersubstanz 16,3—21,8 %, Stickstoffsubstanz 3,1—4,9 % und Mineralstoffe 4,3—6,2 %. Die Melassen dieser Herkunft unterscheiden sich somit von den gewöhnlichen Melassen durch einen erheblich höheren Gehalt an Gesamtzucker und durch einen niedrigeren an organischem Nichtzucker, namentlich aber durch eine größere Armut an stickstoffhaltigen und mineralischen Bestandteilen. Dazu kommt ferner, daß bei der ersteren Gruppe von Melassen sich in der Trockensubstanz nur 2—4 % Raffinose, bei den Restmelassen hingegen 12—17 % dieses eigentümlichen Zuckers vorfinden. Zieht man diese Beträge von dem Gesamtzucker ab, so findet man, daß der Rohr-

[1]) Vergl. O. Kellner, Arbeiten der D. Landw.-Gesellschaft 152. Heft, 1909, S. 29.
[2]) Derselbe, ebenda S. 1 ff.
[3]) Landw. Versuchsstationen 54. Bd., 1900, S. 113.

zuckergehalt beider Melassegruppen ungefähr in gleicher Höhe liegt. Alles in allem genommen wird man trotz mancher Verschiedenheiten der einen Melassegruppe kaum einen Vorrang im Nährwert vor der anderen zuerkennen dürfen, denn was der gewöhnlichen Melasse an Raffinose fehlt, wird bei ihr durch den etwas höheren Gehalt an organischem Nichtzucker ziemlich ausgeglichen. Wenn daher von mancher Seite die in Raffinerien oder nach irgend einem Spezialverfahren gewonnene Melasse als besonders wertvoll angeboten wird, so wird man zum mindesten verlangen müssen, daß der angebliche Vorzug durch einwandfreie Analysen gestützt und bewiesen werde.

Wie die oben angeführten und andere[1]) Untersuchungen lehren, gehören die Melassen zu den proteinärmsten aller Futtermittel. Im flüssigen Zustande, in welchem sie durchschnittlich 22,4 % Wasser enthalten, weisen sie im Mittel nur 0,5 % Eiweiß auf, das noch dazu in denaturierter Form vorhanden ist. Der bei weitem größte Teil der Stickstoffsubstanz besteht aus nicht-eiweißartigen Stickstoffverbindungen: Betain, Glutaminsäure, Asparaginsäure, Leucin, Isoleucin, Ammoniak usw. Unter diesem herrscht das Betain bei weitem vor, indem in gewöhnlichen Melassen 6,7, in Restmelassen 4,47 % dieses Stoffes gefunden wurden.[2]) Fette oder fettähnliche Stoffe kommen in der Melasse nur in sehr geringen, nicht weiter beachtenswerten Spuren vor. Da den nicht-eiweißartigen Stickstoffverbindungen der Melasse nur eine geringe Nährwirkung zukommt (S. 125), so liegt der Nährwert dieses Futtermittels fast ausschließlich in seinem Gehalt an Kohlenhydraten, unter denen wir einen kristallisierbaren Teil, den Rohrzucker und die Raffinose, beide von etwa gleichem Nährwert, und einen nicht kristallisierbaren, den Polysacchariden ähnlich zusammengesetzten Teil, zu unterscheiden haben. An Rohrzucker und dessen Abkömmlingen finden sich in der käuflichen Melasse etwa 46—62 % vor. Die Mineralstoffe bestehen zu fast 90 % aus Kali und Natron, während Kalk und Phosphorsäure nur in ganz untergeordneten Mengen in der flüssigen Melasse vorkommen.

In Anbetracht der gelösten Form, welche die Nährstoffe der Melasse besitzen, sollte man meinen, daß dieselben ohne Rest zur Verdauung gelangen. Eine Reihe verschiedener Versuche mit Wiederkäuern hat jedoch gezeigt,[3]) daß sich stets ein Teil sowohl der Stickstoffsubstanz als auch der stickstofffreien Extraktstoffe der Resorption anscheinend entzieht. Mag dies vermutlich auch in Depressionserscheinungen (S. 53) begründet sein, so hat man doch so zu rechnen, als ob von den stickstofffreien Nährstoffen nur 91 % zur Ausnützung kämen und die flüssige Melasse hiernach rund 55 % verdauliche Kohlenhydrate den Tieren zur Verfügung stellt. Da unter normalen Verhältnissen vom Rohrzucker keine Spur in den Harn oder Kot übergeht, so setzen sich die verdaulichen Nährstoffe der Melasse zusammen aus 48 % Rohrzucker und aus 7 % anderen stickstofffreien Substanzen,

[1]) Landw. Versuchsstationen 56. Bd., 1902, S. 43.

[2]) Zentralblatt für Agrikulturchemie 36. Jahrg., 1907, S. 142.

[3]) O. Kellner, Landw. Versuchsstationen 53. Bd., 1900, S. 200 und 304, sowie 55. Bd., 1901, S. 384; Fr. Lehmann, Landw. Jahrbücher 1896, II. Ergänzungsband, S. 119.

deren Nährwirkung nach des Verfassers Untersuchungen jener des verdaulichen Stärkemehls gleichzusetzen ist.[1])

Die Rübenmelasse ist eine zähe, dunkelbraune, eigentümlich riechende Flüssigkeit, die gewöhnlich eine alkalische Reaktion besitzt, zuweilen jedoch infolge unzweckmäßiger Herstellung und Behandlung einer langsamen Säuerung unterliegt. Derartige sauergewordene Melassen enthalten in der Regel viel Wasser, größere Mengen Invertzucker, und sind als mehr oder weniger verdorben anzusehen. Die meisten Melassen werden wegen der Schwierigkeit, sie bei gewöhnlicher Temperatur umzufüllen, in den Fabriken durch Einleiten von Wasserdampf weniger dickflüssig gemacht, wodurch aber zuweilen eine unzulässige Verdünnung erreicht und der Käufer benachteiligt wird. Man achte daher beim Ankauf auf den Wassergehalt, der nach einer Untersuchung[2]) von ca. 150 Proben zwischen 15,5 und 32 % schwanken kann und im Mittel 22,4 % beträgt.

Zum Zwecke der Verfütterung verdünnt man die zähe Melasse kurz vor dem Gebrauch mit soviel warmem Wasser, daß sich die Lösung mit anderen trocknen Bestandteilen der Ration gerade gut mischen läßt. Solche Futterstoffe, die ein hohes Aufsaugungsvermögen besitzen, wie Häcksel, Trockenschnitzel, Kleien usw., eignen sich hierzu am besten. Oft treten nach der Verfütterung der Melasse, namentlich wenn sie nur im Tränkwasser gelöst den Tieren dargeboten wird, starke Durchfälle auf und zwar ausnahmslos dann, wenn die Einführung der Melasse in die Ration zu plötzlich, ohne längeren Übergang stattfindet. Zwar verlegt man die Ursache dieser abführenden Wirkung vielfach in den hohen Gehalt der Melasse an organischen Alkalisalzen; wenn man aber bedenkt, daß im Grünfutter und in den Heuarten oft noch größere Mengen ebenfalls organisch gebundene Alkalisalze ohne solch nachteilige Wirkung verzehrt werden, so ist schwer einzusehen, warum diese Salze gerade bei der Melasse die alleinige Schuld tragen sollen. Sicher spielt dabei ganz allgemein die gelöste Form der Melassebestandteile, im einzelnen auch der Zucker eine Rolle, der in größeren Mengen genossen, wie allbekannt, einen starken Reiz auf die Schleimhäute der Verdauungswege ausübt und Durchfall erzeugt (S. 296). Dazu kommt, daß auch unter den Stickstoffsubstanzen der Melasse sich solche finden (Betain, Cholin), die sich physiologisch nicht indifferent verhalten. Als Maßregeln gegen die abführende Wirkung der Melasse können unter diesen Verhältnissen nur in Frage kommen: ein langsamer Übergang zum neuen Futter und eine möglichst weitgehende Verteilung der Melasse auf trockne Futtermittel. — Gegenüber dem eben besprochenen diätetischen Nachteil hat die Melasse in einer anderen Richtung eine vorteilhafte Wirkung von größter praktischer Bedeutung; in welcher Form man sie auch verfüttert, immer setzt sie bei Pferden die Zahl der Kolikanfälle herab oder mildert in augenfälliger Weise deren Verlauf. Wer dieses Futtermittel einmal in seinem Pferdestall verwendet hat, macht in der bezeichneten Richtung so günstige Er-

---

[1]) Siehe hierzu auch die Untersuchungen von E. Ramm, Zentralblatt für Agrikulturchemie 30. Bd., 1901, S. 327.

[2]) Landw. Versuchsstationen 56. Bd., 1902, S. 43.

fahrungen, daß er sich kaum entschließen wird, von der Melassefütterung wieder abzugehen. Immer freilich muß man sich innerhalb mäßiger Gaben halten, da, je höher die verfütterte Menge, um so größere Neigung zu Durchfällen besteht und auch eine übermäßige Vermehrung des Harns, der eine Überlastung der Nieren bedeutet, eintreten würde.[1]) Nach den bisher gemachten Erfahrungen kann man, ohne nachteilige Folgen zu gewärtigen, nachstehende Mengen Melasse pro Tag und 1000 kg Lebendgewicht verfüttern: an Pferde 3, an Milchvieh 2,5, an Zugochsen 3—4, an Mastrinder und Mastschafe 4, an Schweine 5 kg. Auf die Beschaffenheit der Milch und Butter, sowie der Mastprodukte übt die Melasse keinen nachteiligen Einfluß aus; jedoch hüte man sich, hochtragende Tiere damit zu füttern, da nach Melassefütterung gelegentlich Verkalben beobachtet worden ist.

Es ist nun nicht zu leugnen, daß die Handhabung der zähflüssigen, klebrigen Melasse mancherlei Unbequemlichkeiten hat. Aus diesem Grunde ist man dazu übergegangen, Gemische von Melasse mit anderen trockenen Futtermitteln fabrikmäßig herzustellen. Ein sehr geeigneter Melasseträger bot sich den Zuckerfabriken zunächst in den Trockenschnitzeln, die imstande sind, bis zu $^2/_3$ ihres Gewichtes an Melasse aufzunehmen und mit dieser zusammen gedörrt, ein sehr handliches Produkt zu bilden. Später hat man hierzu auch nasse Schnitzel benutzt, indem man das in ihnen befindliche Wasser durch heiße Melasse teilweise verdrängte und die Masse alsdann trocknete. Die nach beiden Methoden hergestellten Melasseschnitzel haben sich bei der Fütterung ausgezeichnet bewährt; sie enthalten allerdings recht schwankende Mengen Melasse, zumeist 30—40%, bilden aber eine gut haltbare Ware. Im Laufe der Zeit hat sich dann eine ganze Industrie entwickelt, welche die verschiedensten Futtermittel verwendet und dabei meist ein bestimmtes Verhältnis zwischen Melasse und Melasseträger einhält. Im Nährwerte am sichersten zu beurteilende Mischungen dieser Art, auf welche der Landwirt ausschließlich zukommen sollte, sind diejenigen, in welchen nur ein einziges, bestimmtes und gut bekanntes Futtermittel als Melasseträger fungiert. Zu diesen gehören:

die Biertrebermelasse	mit	50—60%	Melasse
„ Palmkernmelasse	„	60—70 „	„
„ Maiskeimmelasse	„	60 „	„
„ Kokosnußmelasse	„	60 „	„
„ Weizenkleiemelasse	„	50 „	„
„ Getreideschlempemelasse		50 „	„

Was an Abfällen der Ölfabrikation zur Herstellung solcher Mischungen herangezogen wird, ist in der Regel extrahiertes Mehl, wie das Palmkern- und Kokoskuchenschrot, die wegen ihrer Fettarmut die Melasse am leichtesten aufnehmen. Außer den in der oben angeführten Zusammenstellung erwähnten leicht verdaulichen Futtermitteln hat man auch Futtermehle und andere vegetabilische Abfälle mit 50—60% ihres Gewichtes an Melasse zusammengeführt und darau

[1]) O. Hagemann, Landw. Jahrbücher 26. Jahrg., 1897, S. 635.

Futterbrote hergestellt, die sich nach den Angaben von L. Grandeau[1]) recht gut bewährt haben. Der gesamte ca. 13000 Stück umfassende Pferdebestand der Pariser Compagnie générale des voitures erhielt, wie der Genannte berichtet, während eines Zeitraumes von über 6 Monaten pro Tag und Kopf 1,8 kg solchen Melassebrotes, ohne daß irgend eine Störung vorgekommen wäre.

Wohl das höchste Aufsaugungsvermögen unter den Abfällen pflanzlichen Ursprungs besitzt der innere Teil der Maisstengel, auch Marsden food genannt, welcher daher gern zur Mischung mit Melasse verwendet und in den käuflichen Melassefutterstoffen nicht selten angetroffen wird. — Sehr gute Erfolge hat man ferner mit der Herstellung von Strohmelasse zu verzeichnen, die man durch bloße Mischung von 60 Teilen Strohhäcksel mit 40 Teilen heißer Melasse herstellen kann. Eines etwas komplizierten Verfahrens bedient man sich hierbei in Frankreich nach dem Vorgange von Lambert-Toury, indem man das zu Häcksel geschnittene Stroh und die Melasse in einem Mischapparat, der von einem Dampfmantel umgeben ist, einführt und während des Mischens auf 110° C. erwärmt; beim Austritt aus dem Apparat kommt die Strohmelasse in Berührung mit einem heißen Luftstrom, in welchem sie rasch trocknet. Das fertige Produkt, abgekürzt pail-mel genannt, enthält auf 40—43% Stroh 57—60% Melasse und besitzt eine leichte Verteilbarkeit und gute Haltbarkeit. Nach Berichten von L. Grandeau[2]) wurden selbst so hohe Gaben, wie 10 kg dieses Gemisches auf 1000 kg Lebendgewicht von Pferden gut vertragen; 600 kg schwere Arbeitspferde, die seit 2 Jahren als Tagesration 6 kg Strohmelasse, 3 kg Mais und 3 kg Heu erhielten, blieben die ganze Zeit trotz hoher Anforderungen gesund und leistungsfähig und nahmen sogar an Gewicht zu.

Bei den eben erwähnten einfachen Melasseträgern ist man aber leider nicht stehen geblieben, sondern hat nach und nach ein ganzes Heer der verschiedensten Abfallstoffe unverdaulicher oder sehr zweifelhafter Art als Aufsaugungsmaterial benützt. So stellt man Mischungen her, welche 20—30% gemahlenen Torf enthalten, ein Material, welches nach des Verfassers[3]) und Th. Pfeiffers[4]) Untersuchungen je nach seiner mehr oder weniger vorgeschrittenen Humifizierung entweder ganz unverdaulich ist oder doch nur in so geringem Umfange verdaut wird, daß die mit seinem Verzehr verbundene Arbeit nicht gedeckt wird (S. 168). Der Torf ist nach dem Ausfall der erwähnten Untersuchungen kein Futtermittel,

---

[1]) Annales de la science agronomique, 2. Serie, 8. Jahrg., 1. Bd., 1903, S. 96.

[2]) Ebenda S. 108.

[3]) Landw. Versuchsstationen 55. Bd., 1901, S. 387; vergl. hierzu auch L. Grandeau und Alekan, welche gezeigt haben, daß beim Pferde 70% des Kali aus dem Futter in den Harn übergehen, ob Torf gefüttert wird oder nicht; darnach wirkt also der Torf auf die Resorption der Kalisalze nicht anders wie unverdauliches Material anderer Herkunft; Annales de la science agron., 2. Serie, 8. Jahrg., 1903, 1. Bd., S. 105. Dementgegen fand Pfeiffer in Versuchen mit Schafen, daß eine Beigabe von Torf die Ausscheidung von Salzen im Kote erhöhte.

[4]) Mitteilungen der landw. Institute der Univ. Breslau 2. Bd., 4. Heft, 1904, S. 683 und 3. Bd., 4. Heft, 1905, S. 553.

sondern ein Ballast, der die Verdauungswege unnötig belastet und, wenn er genügend humifiziert ist, nach der Art aller unverdaulichen Stoffe dem Tier sogar Nahrungsmaterial entzieht. Bei den Versuchen des Verfassers mit Schafen gingen nämlich infolge der Einfuhr von 1 kg wasserfreier Trockensubstanz von dem sonst verdaulichen Teile des übrigen Futters 50 g stickstofffreie Extraktstoffe und 37 g Stickstoffsubstanz in den Kot über und wurden somit verloren; Pfeiffer, der jedenfalls mit weniger verwestem Torf gearbeitet hat, fand, daß aus 1 kg Torfmehltrockensubstanz im ganzen nur die geringe Menge von 86 g, in einem anderen Fall nur 11 g organischer Substanz verdaut wurde. Wäre die Melasse in der käuflichen Mischung mit Torf diesen Verhältnissen entsprechend billiger als in anderen Gemischen, so würde sich der erwähnte Ausfall in der Nährwirkung ausgleichen; da aber meist das gerade Gegenteil der Fall ist und die Melasseverteuerung bei diesem Mischprodukt den höchsten Grad erreicht, so kann man nur raten, von der Verfütterung des Ballastes abzusehen und zu Mischungen zu greifen, in denen kein Torf zu bezahlen ist. Verfälschungen des Torfmehls kommen zwar nicht vor, indessen weist dasselbe zuweilen einen bedenklich hohen Sandgehalt auf. Auch ist die Torfmelasse nicht vor dem Verderben geschützt, wie denn auch gelegentlich bereits verdorbene Melasse zur Mischung mit dem Torfmehl verwendet wird.

Der Torfmelasse an die Seite zu stellen ist eine andere, unter Patentschutz stehende Mischung, die Klimaxmelasse, welche aus 25% Laubholzmehl, 5% Kastanienmehl und 70% Melasse besteht und bei der Herstellung 10 Minuten gekocht werden soll. Wie dem torfhaltigen, so wurde auch dem holzmehlführenden Präparat in lautester Reklame ein ganz hervorragender Wert angeheftet; u. a. sollten die Kalisalze der Melasse durch den Gerbstoff der Kastanien unschädlich, das Holzmehl aber durch die heiße Melasse aufgeschlossen und verdaulich gemacht werden. Alle diese Errungenschaften des Erfindergeistes, der im Melassemischen ein reiches Gebiet für seine Entfaltung gefunden hat, stehen aber leider auch jetzt noch nur auf dem Papier; denn nach Untersuchungen des Verfassers[1]) läßt das Kastanienmehl die Kalisalze ganz unberührt, und das Holzmehl bleibt nach dem Kochen genau so unverdaulich, wie es vorher war. Auch Th. Pfeiffer und A. Einecke[2]) fanden, daß die Verdaulichkeit des Laubholzmehles durch Kochen mit Melasse nicht geändert wird und negativ bleibt. Die Klimaxmelasse soll trotzdem die großartigsten Erfolge beim Milchvieh gehabt haben, und zum Beweise dafür wird ein Versuch angeführt, der zum Unglück für den Erfinder von einer Analyse des verfütterten Klimaxpräparates begleitet ist. Nach dieser hat das Präparat 6% Fett enthalten! Man wird zu fragen Grund haben, woher denn dieses Fett in das Melassegemisch gekommen ist, da die Mischungsbestandteile zusammen doch nur 0,2—0,3% Fett enthalten können! Vorkommnisse dieser Art werfen ein helles Licht auf die Wege, auf welchen „sachverständige“ Urteile zuweilen erlangt und in der Reklame verwertet werden. Man weiche daher allen

---

[1]) Noch nicht veröffentlicht.

[2]) Mitteilungen der landw. Institute der Univ. Breslau 3. Bd., 4. Heft, 1905, S. 547.

solchen Gemischen aus, deren Bezeichnung die Melasseträger nicht klipp und klar erkennen läßt, sonst erwirbt man für gutes Geld Erdnuß-, Hirse- und Kaffeeschalen, Reisspelzen, Sägespäne usw., kurz Abfälle, die kein Vernünftiger auf der Straße auflesen würde, um sie seinem Vieh zuzuführen. Die Klimaxmelasse scheint freilich abgetan und vom Markte verschwunden zu sein.

Einen irreführenden Namen trägt z. B. auch das Peptonfutter, das überhaupt keine Peptone enthält. Man bereitet es, indem man den Mageninhalt und das Blut der Schlachttiere vermischt, das Gemisch trocknet, zerkleinert und mit Melasse tränkt. Nach den Untersuchungen des Verfassers[1]) enthielt ein solches Produkt im käuflichen Zustande an verdaulichen Nährstoffen: 19,1% Stickstoffsubstanz (worunter 10,4% Eiweiß), 0,5% Fett, 32,8% Kohlenhydrate einschließlich 27,7% Zucker. Eine weitere Berechnung ergab, daß von den Bestandteilen des getrockneten Mageninhaltes nur sehr wenig zur Verdauung gelangte, dieser Zusatz also am besten fortgelassen und durch ein anderes Material ersetzt würde, zumal gerade dieser Bestandteil der Mischung zu der Befürchtung berechtigt, man könnte gelegentlich nicht bloß den im Magen, sondern auch den im ganzen Darm befindlichen Futterbrei bezw. Kot als Melasseträger verwenden. — Ein weiteres Gemisch, das unter dem Namen „Milchmelasse“ geht und etwa zur Hälfte aus Melasse, zur Hälfte aus dem aus Magermilch abgeschiedenen Quark, Erdnußschalen, Haferspelzen und Kartoffelpülpe, zuweilen auch aus geringwertiger Kleie besteht, enthält nach der Analyse 18—20% Stickstoffsubstanz, worunter 13—15% Eiweiß, 2,5—3,5% Fett und 20—22% Zucker. Ausnützungsversuche mit demselben liegen gegenwärtig nicht vor. — In der Blutmelasse finden sich geringe Mengen getrocknetes Blut, daneben wiederum die so beliebten Hirse-, Kakao- und Erdnußschalen, Reis- und Haferspelzen in wechselnder Menge. — Wenn man auch allen diesen Mischungen einen gewissen Wert für die Fütterung nicht absprechen kann und eine gewisse Wirkung derselben schon wegen ihres Melassegehaltes zuweilen zu beobachten sein wird, so steht ihr Preis doch meistens nicht im besten Verhältnis zu ihrem wirklichen Wert.

Das Dunkel der Melasse und ihre klebrige Beschaffenheit sind vortrefflich geeignet, nicht bloß wertlose Abfälle der wiederholt genannten Art, sondern auch verdorbene Futtermittel an den Mann zu bringen. Oft finden die Versuchsstationen verschimmelte, havarierte oder sonstwie unverkäufliche Futterstoffe, deren Untersuchung zur Beanstandung großer Lieferungen geführt hat, nachträglich in den Melassemischungen wieder vor. Es kann daher nicht stark genug betont werden, wie dringend nötig es ist, jede Sendung der Mischfutterstoffe untersuchen zu lassen, vor allem aber schon beim Kaufabschluß Garantie zu fordern für die Art des Melasseträgers und den Gehalt an Wasser, Stickstoffsubstanz, Fett und Zucker. Daß man in diesen Mischungen auch eine Grenze für den Wassergehalt festlegt, hat seinen guten Grund in der geringen Haltbarkeit wasserreicher Melassefutterarten. Man hat z. B. bei wasserreicher Torfmelasse die Beobachtung gemacht, daß sie sich beim Lagern in Säcken sehr stark erhitzte, also offenbar eine

---

[1]) Noch nicht veröffentlicht.

Gärung durchmachte und nach einiger Zeit ihren Zucker bis auf Spuren verloren hatte. Maiskeimmelasse, die 28,7 % Feuchtigkeit enthielt, büßte von ihrem Gesamtzucker nach einem Monat 2,5, nach 2 Monaten 38,7 und nach 7 Monaten 66,3 % im Winter ein, im Sommer schon nach einem Monat 40,7 %. Auf Grund dieser und weiterer im großen ausgeführten Untersuchungen, welche B. Schulze[1]) bearbeitet hat, ist zu fordern, daß in den 50—60 % Melasse enthaltenden Kraftfuttermischungen der Wassergehalt nicht über 20, in Torfmelasse nicht über 25 % hinausgeht. Futtermittel, die weniger als die angegebenen Mengen Melasse enthalten, würden selbstverständlich bei einem noch niedrigeren Wassergehalte bereits dem Verderben ausgesetzt sein, weil es eigentlich nicht der Grad der Trockenheit, sondern die Konzentration der Zucker- und Salzlösung ist welche die von der Melasse durchtränkte Substanz haltbar macht.

In den käuflichen Melassegemischen stellt sich der Preis für die Melasse durchweg bedeutend höher, als wenn man diesen Abfall in flüssiger Form erwirbt, am höchsten seit einer Reihe von Jahren in der Torfmelasse, in der die Verteuerung zeitweilig auf 200 % des Melassepreises gestiegen ist. Die Erleichterungen, welche diese fertigen Mischungen bei der Zuteilung der Rationen und bei der Aufbewahrung bieten, werden unter solchen Verhältnissen geradezu mit Luxuspreisen bezahlt, deren Beseitigung Ziel sowohl der Zuckerfabriken wie der Landwirte sein sollte. Man müßte eben dahin gelangen, daß die einfache Mischarbeit in den Gutsbetrieben selbst oder auf genossenschaftlichem Wege ausgeführt wird, und dieser Weg ist insofern bereits geebnet, als die dazu erforderlichen, recht einfachen maschinellen Einrichtungen ohne Schwierigkeit zu beschaffen sind. Bei solcher Selbstbereitung der Melassegemische würde man auch allen jenen Benachteiligungen entgehen, die in der Verwendung unverdaulicher, minderwertiger oder verdorbener Aufsaugungsstoffe liegen.

Was endlich die Verwendung der Melassemischfutterstoffe betrifft, so sind zur Richtschnur einerseits der Melassegehalt, andrerseits die Art und Bekömmlichkeit des Aufsaugungsmaterials zu nehmen. Die Menge, welche ohne Nachteil verfüttert werden kann, ist unter Anlehnung an die weiter oben (S. 390) für die Verfütterung der grünen Melasse angegebenen Zahlen zu bemessen und der Nährstoffbedarf der Tiere durch passendes Beifutter zu ergänzen. Die Gemische wirken ebenso, wie wenn jedes in ihnen vorhandene Futtermittel für sich verzehrt würde.

Die Nachprodukte der Zuckerfabriken, welche in der Hauptsache aus kristallisiertem, durch anhaftende Melasse mehr oder weniger verunreinigtem Zucker bestehen, sind seit einigen Jahren wiederholt versuchsweise zur Fütterung benutzt worden. Sehr gute Resultate wurden hierbei mit Pferden erzielt,[2]) welche bei allmählicher Angewöhnung pro Tag bis zu 2,5 kg auf 400 kg Lebendgewicht ohne Nachteil verzehrten und mindestens ebenso leistungsfähig blieben, wie wenn

---

[1]) B. Schulze, Arbeiten der D. Landw.-Gesellschaft Heft 59, 1901.

[2]) L. Grandeau, Annales de la science agron., 2. Serie, 8. Jahrg., 1902 und 1903, 1. Bd., S. 74.

ihnen eine bewährte Normalration gereicht wurde. Dabei wurde die sehr wichtige Beobachtung gemacht, daß nach Zuckergenuß — entgegen einem verbreiteten Vorurteil — der Wasserkonsum nicht nur nicht stieg, sondern geringer war, als bei einer aus Heu und Hafer bestehenden Ration; während nämlich bei letzterer auf das Kilogramm Trockensubstanz 3,4 kg Wasser verzehrt wurden, waren es bei Zuckerfütterung nur 2,1 kg. Auch bei Mastschweinen hat sich der Rohzucker den verdaulichen stickstofffreien Extraktstoffen anderer Futtermittel gegenüber bei einigen Versuchen als geringwertiger, bei anderen überlegen erwiesen.[1]) Wie indessen aus den bereits erwähnten (S. 161 u. 162) mittels Respirationsapparates ausgeführten Fütterungsversuchen hervorgeht, übt er sowohl beim Schweine wie beim Wiederkäuer[2]) eine geringere Wirkung auf den Fettansatz aus. Ob sich die Nachprodukte bei der Fütterung einbürgern werden, ist im wesentlichen eine Frage des Preisverhältnisses, in welchem der Rohzucker zu den stickstofffreien Nährstoffen anderen Ursprungs, namentlich zu denen der Melasse steht. Jedenfalls wird es sehr zu überlegen sein, ob man nicht besser tun würde, anstatt Futterzucker herzustellen, lieber die Kosten, welche die Abscheidung der Rohprodukte verursacht, zu sparen und gleich den ganzen Ablauf vom ersten Produkt als Futter zu benützen, oder aber, wie es bei dem Steffenschen Verfahren (S. 385) geschieht, den Zuckerrüben nur den reineren Teil eines Saftes zu entziehen und zuckerreichere Schnitzel zu gewinnen.

IX. Rückstände der Gärungsgewerbe.

Unter den Rückständen der Gärungsgewerbe werden zur Fütterung die Malzkeime, die Biertreber und verschiedene Arten von Schlempe und Trebern, sowie getrocknete Hefe benützt.

Die Malzkeime, welche bei der Bereitung des Darrmalzes aus gekeimter Gerste, zuweilen auch aus gekeimten Zerealienkörnern anderer Art erhalten werden und aus den getrockneten Blatt- und Wurzelkeimen bestehen, stellen wohl die früheste Stufe der Entwicklung dar, in welcher wachsende Pflanzenteile zur Ernährung der Tiere herangezogen werden. Alle in ihnen enthaltenen Stoffe entstammen noch dem Samen, haben aber bei ihrer Auflösung im keimenden Korn und bei ihrer weiteren Verarbeitung in den jungen Keimen große Veränderungen erlitten. Es ist ein großer Teil, 22—38 % der gesamten Stickstoffsubstanz, die den Samen entnommen ist, in Nicht-Eiweiß[3]) umgewandelt; ein beträchtlicher

[1]) M. Maercker, Zentralblatt für Agrikulturchemie 14. Bd., 1885, S. 375; Fr. Lehmann, Journal für Landw. 35. Bd., 1887, S. 113; J. Klein, Zentralblatt für Agrikulturchemie 30. Bd., 1901, S. 283 und 31. Bd., 1902, S. 534; F. Albert, Landw. Jahrbücher 28. Bd., 1899, S. 943 und 30. Bd., II. Ergänzungsheft 1903, S. 165.

[2]) M. Maercker, a. a. O.; Th. Pfeiffer und Fr. Lehmann, Journal für Landw. 34. Bd., 1886, S. 83; ferner dieses Buch S. 155 u. f.; vergl. hierzu auch die Versuche mit Milchvieh von E. Ramm, Landw. Jahrbücher 26. Bd., 1897, S. 754 und Zentralblatt für Agrikulturchemie 30. Bd., 1901, S. 327.

[3]) E. Schulze erhielt aus Malzkeimen Cholin und Betain (landw. Versuchsstationen 46. Bd., 1896, S. 66) und eine sehr kleine Menge Leucin, trotz aller darauf verwandten Mühe aber kein Asparagin; ebenso gelang ihm die Darstellung von Arginin nicht (Zeitschr.

Betrag der Kohlenhydrate ist in Zellstoff, ein anderer in Rohrzucker übergeführt oder zu organischen Säuren oxydiert. Man findet in den gedörrten Malzkeimen durchschnittlich 22—25 % Rohprotein, worunter 6—8 % Nichteiweiß, ferner 1 bis 2 % Fett, 12—13 % Rohfaser und zusammen 12—13 % Invertzucker und Maltose. Neuerdings wurde aus Gerstenkeimen ein Alkaloid, das Hordenin isoliert[1]) und von diesem Stoffe festgestellt,[2]) daß er für Säugetiere nur wenig giftig ist. Die Verdaulichkeit der Malzkeime liegt, wie aus den im Anhang befindlichen Tabellen hervorgeht, recht hoch, doch ist die Nährwirkung der verdauten organischen Substanz wegen der Gegenwart der nicht-eiweißartigen Stickstoffverbindungen, des Rohrzuckers und der organischen Säuren geringer als die der Körnerarten (S. 171). — Die Malzkeime sollen eine möglichst helle Farbe besitzen, da, wenn sie zu stark erhitzt worden sind, ihre Verdaulichkeit vermindert ist. Verfälschungen kommen bei ihnen weniger oft vor, doch sind sie recht häufig mit den Unkrautsamen, tauben Körnern und erdigen Teilen vermischt, welche bei der Reinigung des Malzgutes abfallen, nicht selten sind sie auch feucht und verschimmelt; wieder getrocknet nehmen sie dann eine sehr staubige Beschaffenheit und eine dunkle Farbe an; zuweilen werden sie mit schwefliger Säure behandelt (geschwefelt), um sie zu bleichen und ihnen den üblen Geruch zu nehmen. — Ihre hauptsächlichste Verwendung finden sie bei der Fütterung des Milchviehes, bei der sie wegen ihrer anregenden Wirkung sehr geschätzt sind; man reicht sie hier in Gaben bis zu 3 kg pro Tag und Stück am besten im angebrühten oder eingeweichten Zustande. In gleicher Menge und Form benützt man sie auch bei der Fütterung der Mastrinder und Zugochsen; an Arbeitspferde bis zu 3, und an Schafe bis zu 0,25 kg, gibt man sie trocken. Mastschweine vertragen bis zu 1 kg. Fohlen und Kälber gedeihen bei der Fütterung mit Malzkeimen sehr gut; man gibt pro Tag und Kopf je nach dem Alter den ersteren 0,5—1 kg trocken, den letzteren bis zu 2 kg mit wenig Wasser angebrüht. Bei tragenden und säugenden Tieren vermeide man sie ganz oder halte sie in sehr mäßigen Grenzen, da nach größeren Rationen von Malzkeimen Verkalben und bei Kälbern Durchfall beobachtet wurde; auch Ferkel erkrankten nach diesem Futter. Größere Gaben erzeugen bei Kühen zudem des öfteren den Zustand der Brunst und wirken der Befruchtung entgegen. Da die Malzkeime sehr kalkarm sind, so achte man bei Milchvieh, Kälbern und Fohlen auf hinreichende Zufuhr knochenbildender Mineralstoffe.

Die Biertreber.[3]) — Bei der Bereitung der Bierwürze wird bekanntlich Darrmalz, im Auslande auch unter Zusatz anderer stärkehaltiger Rohmaterialien (Gerste, Mais, Reis, ausgelaugte Kartoffeln usw.) mit erwärmtem

f. physiol. Chemie 57. Bd., 1908, S. 73). Yoshimura stellte aus 1 kg Malzkeimen etwa 0,2 g Cholin und etwa 0,6 g Betain dar und wies die Anwesenheit von Histidin nach; Arginin, Vernin und Asparagin waren dagegen nicht vorhanden (Biochem. Zeitschr. 1911, 31. Bd., S. 221).

[1]) Comptes rendus des séances de l'Acad. des sciences 142. Bd., 1906, S. 108.

[2]) Ebenda S. 110.

[3]) Siehe hierzu die Monographie von Th. Dietrich, Landw. Versuchsstationen 56. Bd., 1902, S. 207.

Wasser eingemaischt und hierdurch ein großer Teil des Stärkemehls in Maltose und Dextrin übergeführt. Nach Beendigung dieser Zuckerbildung wird die Würze abgezogen und der ungelöste Teil mit mehr oder weniger heißem Wasser ausgesüßt. Der zurückbleibende Rest stellt die Biertreber dar, welche dem angedeuteten Verfahren entsprechend, von den Bestandteilen der Rohmaterialien enthalten: sämtliche Spelzen und Schalen, sowie die von der Malzdiastase nicht aufgelösten oder an sich unlöslichen inneren Teile des Malzkornes, worunter noch eine ansehnliche Menge stickstofffreie Stoffe, ferner fast das gesamte Fett und fast $^3/_4$ der Eiweißstoffe; letztere werden bekanntlich von den Malzfermenten kaum angegriffen und was sich von ihnen löst, gerinnt später größtenteils beim Kochen der Würze und setzt sich in dem „Oberteig" auf den Trebern ab. — Die frischen Treber enthalten durchschnittlich 76% Wasser, sind eiweiß- und fettreich und werden, wie aus den Zusammenstellungen im Anhange hervorgeht, zwar nicht so hoch wie die Körnerfrüchte, aber immer noch in beträchtlichem Umfange verdaut. In vielen größeren Brauereibetrieben werden gegenwärtig die Treber, wie S. 275 beschrieben, getrocknet und in diesem Zustande in den Handel gebracht. Man garantiert in dieser Ware, sofern zum Brauen nur Malz allein oder unter Gerstenzusatz verwendet wurde, gewöhnlich 20% Rohprotein und 6—8% Fett, in Biertrebern ausländischen Ursprungs, welche Teile des Maiskorns, vereinzelt auch gemahlene Maisstengel aufweisen, 24% Rohprotein und 6% Fett. Am höchsten geschätzt werden mit Recht die hellfarbigen, spelzenärmeren Qualitäten, welche die Gewähr einer hohen Verdaulichkeit bieten, während dunklere, die mit direkten Feuergasen behandelt und einer zu starken Erhitzung ausgesetzt gewesen sind, weniger begehrt sind. Wie bei den Malzkeimen, so sind auch bei den getrockneten Biertrebern Verfälschungen oder grobe Verunreinigungen selten; zuweilen wird gute Ware mit etwas verbrannter verschnitten, vereinzelt kommen Zusätze von Malzkeimen vor, oder es werden auch, wenn auf die Bezeichnung beim Kaufabschluß nicht geachtet wird, Brennereitreber statt Biertreber geliefert. Gute getrocknete Biertreber sollen frei von kohligen Teilen sein, einen an frisches Brot erinnernden Geruch haben und mit lauwarmem Wasser angerührt, weder sauer noch schimmelig riechen.

In frischem, noch warmem Zustande verfüttert, bilden die Biertreber ein durchaus gedeihliches Futter. Bewahrt man sie aber selbst nur kurze Zeit auf, so unterliegen sie einer raschen Säuerung, werden von Schimmel befallen und wirken dann nachteilig, indem sie Durchfälle, verminderte Milchsekretion und Verschlechterung der Milch und Butter herbeiführen. In unverdorbenem Zustande dagegen in Mengen von 10—20 kg pro Tag und Kuh verfüttert, sind sie der Milchproduktion günstig. Sehr geeignet sind sie ferner für Mastrinder und Schweine, denen pro Tag und 1000 kg Lebendgewicht bis zu 25 kg verabreicht werden können. Für Pferde und Schafe kommen sie wegen ihres hohen Wassergehaltes nur als Nebenfutter in Frage. — In getrocknetem Zustande können die Biertreber bei allen Tiergattungen Verwendung finden. Bei Pferden läßt sich die Hälfte des Hafers auf diese Weise ersetzen, an Kühe und Mastrinder gibt man pro Kopf und Tag bis zu 3, an Mastschafe bis zu 0,5 kg; man reicht sie

trocken oder schwach angefeuchtet in Mischung mit Häcksel, bezw. Wurzelfrüchten. Von den Schweinen werden die getrockneten Treber schlecht verdaut.

Den Biertrebern stehen nach Art ihrer Gewinnung sehr nahe die Brennereitreber,[1]) die einen Abfall der Hefebereitung bilden. Wie bei der Herstellung des Bieres, so wird auch hier aus stärkehaltigen Rohmaterialien mit Hilfe von Malz zuerst eine Würze hergestellt und diese von den ungelösten Teilen abgezogen, um dann mit Hefe versetzt zu werden. Der Rückstand stellt die Brennereitreber dar. Als Rohmaterial für die Hefewürze verwendet man vorwiegend Gerstenmalz und zwar zumeist Grünmalz, seltener Darrmalz, ferner Roggen, Mais, Weizen, Buchweizen, auch Malzkeime. Werden Malzkeime nicht benützt, so wird das Abläutern durch Haferspelzen befördert, die, auch um das Trocknen zu erleichtern, zuweilen in solcher Menge zugegeben werden, daß sie an der Zusammensetzung der getrockneten Treber bis zur Hälfte beteiligt sind. Bei solcher Verschiedenheit des Ausgangsmaterials ist natürlich nicht zu erwarten, daß das Abfallprodukt eine übereinstimmend gleichmäßige Zusammensetzung aufweisen kann. Im frischen Zustande enthalten die Brennereitreber 74—90% Wasser; in gleicher Weise wie die Biertreber getrocknet, weisen sie 14,4—27,7% Rohprotein und 5,1—16,1% Rohfett auf. Von ihrer Verwendung zur Fütterung und ihrer Bekömmlichkeit ist dasselbe zu sagen wie von den Biertrebern.

Getrocknete Hefe wird neuerdings aus frischer Bierhefe auf sogenannten Tellerapparaten hergestellt, die mit Dampf von 6—7 Atm. Spannung geheizt werden. Im getrockneten Zustande bildet die Hefe alsdann ein hellbräunliches Mehl oder bräunliche Blättchen von stark bitterem Geschmack. Von Schafen, welche dieses Produkt gern aufnahmen, wurde es nach Untersuchungen des Verf.[2]) sehr gut ausgenützt, die organische Substanz, wie auch das Rohprotein zu 91%. Da die Trockenhefe zu den eiweißreichsten Stoffen gehört, die für die Fütterung zur Verfügung stehen, so wäre eine vermehrte Herstellung derselben nur zu wünschen. Von Schafen wurden 300 g pro Tag und Kopf gut vertragen und auch in der Schweinehaltung hat sich die Trockenhefe gut bewährt.[3]) Sie wurde bei Versuchen, die auf der Versuchsstation Möckern mit Schweinen zur Ausführung kamen, mit besonderer Vorliebe verzehrt und anderen eiweißreichen Futtermitteln (Fleischmehl, Fischmehl, Kleber) vorgezogen.

Die Schlempearten.[4]) — Da man bei der Bereitung des Alkohols aus stärkemehlhaltigen Rohmaterialien die durch Malzzusatz hergestellte süße Maische direkt zur Vergärung bringt, ohne wie bei der Bierbereitung vorher die gelösten von den ungelösten Teilen zu trennen, und ferner nach vollendeter Gärung den entstandenen Alkohol einfach abdestilliert, so erhält man in dem Destillationsrückstande, der Schlempe, alle jene Bestandteile wieder, die in den Rohmaterialien und der Hefe in die Maische gelangten, mit Ausnahme derjenigen Kohlenhydrat-

---

[1]) Th. Dietrich, Landw. Versuchsstationen 56. Bd., 1902, S. 257.

[2]) Zentralblatt f. Agrikulturchemie 40. Jahrg., 1911, S. 52.

[3]) Klein, Mitteilungen der Vereinigung deutscher Schweinezüchter, 1913, Nr. 12.

[4]) Th. Dietrich, Landw. Versuchsstationen 56. Bd., 1902, S. 321.

mengen, die in Alkohol und Kohlensäure umgewandelt wurden. Freilich ist die alkoholische Vergärung der Kohlenhydrate, bei welcher nebenher kleine Mengen von Bernsteinsäure und Glyzerin entstehen, nicht der einzige chemische Vorgang, durch welchen die Natur der Rohmaterialien verändert wird. Schon beim Dämpfen des Maischmaterials unter Druck, durch welche Operation das Stärkemehl für die Verzuckerung vorbereitet wird, unterliegen die Proteinstoffe einer Umwandlung, die zum Teil bis zur Bildung von Aminosäuren geht. Diese Produkte und die ursprünglich schon vorhandenen nicht-eiweißartigen Stickstoffverbindungen werden später zum Teil von der Hefe assimiliert und in Eiweiß übergeführt. So fanden P. Behrend und A. Morgen[1]) in der süßen Maische 54,5—55 %, in der vergorenen dagegen 71,3—71,9 % des Gesamtstickstoffs in Form von Eiweiß vor. Die Schlempen enthalten ferner stets geringe Mengen freie Milchsäure und Essigsäure, Kartoffelschlempe z. B. nach Untersuchungen von E. Schulze und M. Maercker[2]) im Liter 1,10—1,66 g Essigsäure und 0,83—1,16 g Milchsäure, Roggenschlempe 0,38—0,47 g Eissigsäure und 4,11—4,53 g Milchsäure, alles Stoffe, die in den Rohmaterialien nicht vorkommen und erst von den Gärungsorganismen aus den Bestandteilen der süßen Maische gebildet worden sind. — Da die Art und Menge der Rohstoffe und des Malzes, welche zur Spiritusfabrikation verwendet werden, verschieden sind, so wechselt selbstverständlich auch die Beschaffenheit der Schlempen. Kennt man die Zusammensetzung der Rohmaterialien, deren Menge, den Maischraum und die Alkoholausbeute, so läßt sich die Zusammensetzung der Schlempe annähernd berechnen.[3]) Wie aus den am Schlusse dieses Buches niedergelegten Tabellen hervorgeht, liefert die Verarbeitung der Getreidekörner die gehaltreichste, die der Melasse die geringwertigste Schlempe. Immer enthalten diese Abfälle im frischen Zustand sehr große Mengen Wasser, bis zu 96 %, und sind daher in ihrer Verwendung hauptsächlich auf das erwachsene Rind beschränkt. Bei ihrer Verfütterung muß als erste Regel gelten, sie nur in frischem, noch warmem Zustande zum Verzehr zu bringen, da sie wie die Biertreber und andere wasserreiche Rückstände sonst einer raschen Säuerung und Zersetzung anheimfallen und gesundheitsschädlich wirken. Erkaltete Schlempe sollte stets in geringeren Gaben wie heiße gereicht oder vor dem Verzehr wieder erwärmt werden. Weiter ist beim Gebrauch der Schlempe auf eine etwas reichlichere Zufuhr von Rauhfutter und auf gründlichste Reinhaltung der Krippen zu achten, da zurückbleibende Schlempereste sich sehr bald zersetzen und schädliche Eigenschaften annehmen. Von der Kartoffelschlempe gibt man an Mastochsen bis zu 60, an Milchkühe und Zugochsen bis zu 40 l; Mastschafe und Mastschweine erhalten am besten nur 2—3 l pro Kopf und Tag. Für Arbeitspferde, von denen eine mäßige Leistung beansprucht wird, sind 10—15 l zulässig; stärker arbeitenden Pferden, ferner Zucht- und tragenden, sowie säugenden Tieren und dem Jungvieh aller Art reicht man Kartoffelschlempe am besten überhaupt nicht.

[1]) Landw. Versuchsstationen 24. Bd., 1880, S. 171.

[2]) Journal für Landw. 20. Jahrg. 1872, S. 196.

[3]) Siehe hierüber M. Maercker-Delbrück, Handbuch der Spiritusfabrikation, Berlin 1908, S. 949.

Ähnlich wie die rohen Kartoffeln bewirkt auch die Kartoffelschlempe zuweilen starken Durchfall, Kolik und Verkalben; sie ruft ferner den sogenannten Schlempehusten und die lästige Schlempemauke hervor. Wegen des mangelnden Kalkgehaltes und der Anwesenheit freier Säuren ist eine Zumischung von Schlemmkreide zu diesem Futter, je nach der Höhe der Ration in Mengen von 30—50 g pro Tag und Kopf zu empfehlen. — Bei den Getreideschlempen treten alle die eben erwähnten Nachteile in geringerem Grade, die Mauke überhaupt nicht auf, weshalb man von diesen Abfällen etwas größere Mengen verfüttern kann als von der Kartoffelschlempe. Die Melasseschlempe, welche sehr salzreich ist, eignet sich nur für Mastrinder, weniger für Milchvieh.

Wie schon früher (S. 275) beschrieben, ist man seit einiger Zeit dazu übergegangen, die Abfälle der Spiritusfabrikation durch Austrocknen in verschiedenen Apparaten in eine marktfähige Dauerware zu überführen. Je nach den Rohmaterialien (Mais, Roggen, Gerste, Buchweizen, Dari, Bruchreis, Kartoffeln usw.) und je nachdem man die Schlempen vor dem Trocknen abpreßt oder nicht, werden hierbei sehr vielgestaltige Produkte erhalten, deren Gehalt an Nährstoffen sich nicht durch eine Durchschnittszahl versinnbildlichen, sondern nur durch die Untersuchung der einzelnen Lieferung feststellen läßt. Es schwankt z. B. in den Maisschlempen der Proteingehalt zwischen 18 und 39%, der Fettgehalt zwischen 7 und 21,5%; in Roggenschlempen findet sich 18—25% Rohprotein und 4,3 bis 7,9% Fett, in der kurzweg als Getreideschlempe bezeichneten Ware 16 bis 44,7% Rohprotein und 3,0—26,4% Fett. Wenn wir daher im Anhange einige Zahlen für die Zusammensetzung dieser Produkte niederlegen, so sollen dieselben nur ganz im allgemeinen den Charakter der getrockneten Schlempen andeuten, nicht aber zu Futterberechnungen herangezogen werden. Unter den im Handel vorkommenden Schlempen haben sich vor allem die Getreideschlempen, besonders Maisschlempe und die Roggenschlempe, einen dauernden Platz in der Viehfütterung erworben. Als wichtigste Qualitäten, die auf unseren Markt kommen, seien die folgenden hier angeführt: a) Die schalenreiche dunkle Maisschlempe, gewöhnlich als aromatische oder ungarische, auch französische (Marke du Boulay) bezeichnet, wird aus Maischen gewonnen, die aus gedämpftem Mais und Gerstenmalz hergestellt sind. Sie erhält beim Trocknen in der Regel einen Zusatz von kohlensaurem Kalk (Kreide), welche Beimengung zuweilen die Höhe von 10—12% in der Trockensubstanz erreicht; bei einem solchen Gehalt darf man annehmen, daß der Zusatz in betrügerischer Absicht nach dem Trocknen vorgenommen ist, da sonst frische Schlempe, mit einem Überschuß von Kreide versetzt und dann getrocknet, schwarz wird und einen unangenehmen Geruch annimmt. Man garantiert in dieser Schlempe meist einen Gehalt von 36% Protein und Fett. b) Die helle Maisschlempe (corn grains) wird ebenfalls vorwiegend aus Mais, und zwar aus mehr oder weniger vollständig geschälten Körnern, und Gerstenmalz gewonnen; ein geringer Gehalt an Haferspelzen, der in dieser Schlempe meist gefunden wird, erklärt sich daraus, daß zur besseren Abläuterung der Würze die Läuterbottiche mit einer dünnen Schicht jener Spelzen beschickt werden. Das Trocknen geschieht hier in Vakuumapparaten bei niedriger Temperatur. Das

fertige Trockengut besitzt infolgedessen nicht den angenehmen, stark aromatischen Geruch der dunklen Maisschlempe. Getrocknete Schlempe dieser Art wurde noch vor einigen Jahren vielfach mit einer Garantie von 40—45% Protein und Fett verkauft, verschlechterte sich seitdem aber bis auf etwa 26% Protein und 10% Fett und scheint mehr und mehr vom Markte zu verschwinden. c) Oft enthält die helle amerikanische Maisschlempe noch Bestandteile des Roggens, der entweder mit vermaischt oder als Roggenschlempe nachträglich zugemischt wird. In dieser Getreideschlempe werden gewöhnlich 36—40% Protein und Fett garantiert. d) Roggenschlempe, aus Roggen mit oder ohne Gerstenmalz gewonnen, wird gegenwärtig zumeist mit einer Garantie von 22—23% Protein und Fett in den Handel gebracht. — Wie die Zusammensetzung, so schwankt auch die Verdaulichkeit der getrockneten Produkte außerordentlich, indem der Verfasser[1]) bei Ausnutzungsversuchen mit Schafen, an welche 5 verschiedene Sorten Trockenschlempe verfüttert wurden, beobachtete, daß die Verdauungs-Koeffizienten des Rohproteins sich zwischen 49 und 79,5 die der stickstofffreien Extraktstoffe zwischen 53,8 und 85 bewegten und nur das Rohfett ziemlich gleichmäßig, zu 92 bis 94% verdaut wurde. Die erwähnten Versuche ließen erkennen, daß weder die Art der Rohmaterialien, aus denen die Schlempen gewonnen sind, noch die chemische Zusammensetzung einen sicheren Schluß auf die Verdaulichkeit dieser Abfälle zuläßt. Zweifellos sind die großen Schwankungen der Verdauungs-Koeffizienten des Rohproteins abhängig von der Entfernung oder Mitverwendung des flüssigen Teiles der frischen Schlempe vor dem Trocknen (S. 274) von dem angewandten Hitzegrad und der Dauer des Trocknens, also von Umständen, die unter sonst gleichen Verhältnissen mit der mehr oder weniger teigigen Beschaffenheit der frischen Schlempe und der damit verbundenen größeren oder geringeren Schwierigkeit des Trocknens zusammenhängen. Die größten Schwierigkeiten scheinen in dieser Hinsicht die Kartoffelschlempen zu bieten, und unter den 5 untersuchten Proben wiesen auch gerade die beiden, welche Kartoffeln in ihrer Mischung enthielten, die niedrigste Verdaulichkeit auf. An gute Trockenschlempen sind dieselben Ansprüche zu erheben, wie an getrocknete Biertreber (S. 396). An Fälschungsmitteln, die den Schlempen sehr wahrscheinlich schon vor dem Trocknen zugesetzt werden, sind beobachtet worden: Reisspelzen, Erdnußschalen, Kornausputz, Maisstengelabfall, Heusiebsel und Getreidespreu; auf den zuweilen vorkommenden hohen Kreidezusatz haben wir schon aufmerksam gemacht. — Von der Verfütterung der Trockenschlempen gilt, was die Mengenverhältnisse und die Tiergattungen betrifft, dasselbe wie von den getrockneten Biertrebern.

Die bei der Obst- und Traubenweinbereitung anfallenden Rückstände, die sogenannten Obst- resp. Weintrester werden an den Erzeugungsorten in frischem und eingesäuertem Zustande verfüttert. Auch sind die Abfälle während des Krieges getrocknet worden. Je nach der Zusammensetzung des Obstes und des Gehaltes der Trester an Stielen usw. schwankt der Nährwert der Obsttrester in weiten Grenzen. Immerhin sind die Nährstoffe, abgesehen vom Rohprotein, ziemlich

[1]) Landw. Versuchsstationen 50. Bd., 1898, S. 297.

hoch verdaulich und es ist verständlich, wenn die Obsttrester am Erzeugungsorte als geschätztes Beifutter, namentlich an Milchvieh verfüttert werden. Eine Trocknung dieser Rückstände aber ist unrentabel. Gegenüber den Obsttrestern stellen die Weintrester ein vollkommen minderwertiges Futter dar, dessen Verfütterung in keiner Form lohnend ist.

X. Futtermittel tierischen Ursprungs.

Unter den Produkten und Abfällen tierischer Herkunft dienen zur Ernährung der Nutztiere die Milch und die Rückstände von der Rahm-, Butter- und Käsebereitung sowie einige aus Fleisch, Blut, Knochen und ganzen Tierkörpern hergestellte Präparate.

Die Vollmilch, das Hauptnahrungsmittel der jungen Tiere während ihrer ersten Entwicklung, setzt sich zusammen aus Wasser, Proteinstoffen, Fett, Milchzucker und Mineralsubstanzen, neben welchen Bestandteilen geringe Mengen hier nicht weiter in Betracht zu ziehender chemischer Körper, wie Zitronensäure, Harnstoff, Cholesterin, ein dextrinartiger Stoff u. a. nachgewiesen sind. Unter den Eiweißsubstanzen herrscht gewöhnlich das Kasein, ein phosphorhaltiger, zur Klasse der Nukleoalbumine gehöriger Stoff vor, neben welchem noch einige andere, zumeist unter der Bezeichnung Albumin zusammengefaßte Proteinkörper (Laktalbumin, Laktoglobulin und Laktoprotein) beobachtet worden sind. Bei der mikroskopischen Untersuchung gibt sich die Milch als eine durchsichtige Flüssigkeit zu erkennen, in welcher eine Unzahl kleinster, im Durchmesser wechselnder Fetttröpfchen eingelagert sind. Hiernach stellt sich die Milch als eine Emulsion dar, in welcher das Fett nicht in gelöster Form, sondern im Zustande feinster Verteilung vorkommt. Die Flüssigkeit, das Milchserum, welches die Fetttröpfchen umgibt, enthält alle übrigen Bestandteile der Milch außer dem Fett, und zwar den Milchzucker und einen Teil der Mineralstoffe in wässeriger Lösung, die Eiweißstoffe in scheinbar gelöster, in Wirklichkeit aber nur stark aufgequollener Form (S. 4), die bei dem Kasein durch besondere Verhältnisse bedingt ist. In reinem Zustande in Wasser unlöslich und unveränderlich, ist das Kasein nämlich in der Milch in der Form einer Kalkverbindung vorhanden, welcher die hohe Quellbarkeit eigen ist.[1]) Wird dieser Verbindung der Kalk durch Zusatz von Säure entzogen, so scheidet sich das Kasein in der Form von Flocken aus, die den größten Teil des Fettes mechanisch einschließen. Ganz derselbe Vorgang spielt sich auch bei der spontanen, durch Bakterien hervorgerufenen Gerinnung der Milch ab, indem die hier aus Milchzucker entstehende freie Milchsäure als kalkentziehendes Mittel wirkt; das unlöslich gewordene Kasein bildet in diesem Falle eine weiche, das ganze Volumen der Milch erfüllende Masse, die beim Umrühren eine grünlichgelb gefärbte Flüssigkeit, die sauren Molken, austreten läßt. — An Mineralbestandteilen finden sich in der Milch dieselben Stoffe, doch

---

[1]) F. Söldner, Landw. Versuchsstationen 35. Bd., 1888, S. 351 und G. Courant, Archiv für d. ges. Physiol. 50. Bd., 1891, S. 109.

in anderer Mischung vor, wie in den sonstigen Futtermitteln vegetabilischer und animalischer Herkunft.

Als Futtermittel für die Nutztiere kommt im ganzen nur die **Kuhmilch** in Betracht, die, wie auch die Milch anderer Tierklassen, große Schwankungen in der Zusammensetzung aufweist. Nach einer großen Zahl von Einzelanalysen können für die Kuhmilch etwa folgende Grenzwerte gelten:[1])

Wasser	80,3—90,2 %
Kasein	1,9— 4,7 „
Albumin	0,2— 1,6 „
Fett	1,5— 6,5 „
Milchzucker	3,2— 5,7 „
Asche	0,5— 1,5 „

Die Rasse, das Alter, die Individualität, die Zeit seit der letzten Geburt, die Häufigkeit und Vollständigkeit des Ausmelkens, die Art der Fütterung und der sonstigen Lebensbedingungen, kurz eine Reihe der verschiedensten Verhältnisse, über welche Näheres in dem weiter unten folgenden Kapitel über die Milchproduktion darzulegen sein wird, beeinflussen die Zusammensetzung der Milch in so hohem Grade, daß in extremen Fällen der Nährwert um das Doppelte schwanken kann. Wo man es freilich mit der Mischung der Milch einer ganzen Herde zu tun hat, da zeigt sich fast immer eine große Gleichmäßigkeit in der Zusammensetzung. So berechnen sich aus deutschen Beobachtungen die Grenz- und Mittelzahlen für die Tagesmilch größerer Kuhherden (75—150 Stück) auf folgende Werte:[2])

Wasser	Eiweißstoffe	Fett	Milchzucker	Asche
86,5—89,5 %	3,0—4,0 %	2,7—4,3 %	3,6—5,5 %	0,6—0,9 %
87,75 „	5,5 „	3,4 „	4,6 „	0,75 „

Im Vergleich zu der Milch anderer Tiergattungen zeigt die Kuhmilch folgende durchschnittliche Zusammensetzung:[3])

	Kuhmilch	Ziegenmilch	Schafmilch	Stutenmilch	Schweinemilch
	%	%	%	%	%
Wasser	87,3	86,8	85,5	90,6	83,7
Kasein	2,9	2,9	} 5,1	1,3	} 6,4
Albumin	0,5	0,9		0,7	
Fett	3,7	4,0	3,7	1,1	5,7
Milchzucker . . .	4,9	4,6	4,7	5,9	3,4
Asche	0,7	0,8	1,0	0,4	0,9

[1]) J. König, Chemie der menschlichen Nahrungs- und Genußmittel 2. Bd., Berlin 1904, S. 602.

[2]) W. Fleischmann, Lehrbuch der Milchwirtschaft, Leipzig 1901, S. 49.

[3]) J. König, a. a. O. S. 602 ff.; F. Stohmann, Biolog. Studien, Braunschweig 1873, S. 100; N. Zuntz und Ostertag, Landw. Jahrbücher 37. Bd., 1908, S. 201.

	Kuhmilch %	Ziegenmilch %	Schafmilch %	Stutenmilch %	Schweinemilch %
In 100 Teilen Asche:					
Kali	24,6	—	24,3	25,1	6,2
Natron	8,2	—	4,5	3,4	6,7
Kalk	22,4	24,6	31,1	30,1	39,2
Magnesia	2,6	3,3	1,4	3,0	1,8
Eisenoxyd	0,3	—	1,0	0,4	0,9
Phosphorsäure . .	26,3	37,8	30,2	31,9	37,2
Schwefelsäure . .	2,5	—	1,4	—	1,3
Chlor	14,0	—	7,6	7,5	9,3

Bei solchen Unterschieden ist es klar, daß die Milch der Kühe, an andere Tiergattungen verfüttert, nicht dasselbe leisten kann, wie die jedem jungen Tiere von der Natur bestimmte Muttermilch.

Die Verdaulichkeit der Kuhmilch liegt nach den Untersuchungen von Fr. Soxhlet[1]), die mit Saugkälbern ausgeführt worden sind, außerordentlich hoch. Von 100 Teilen der verzehrten Milchtrockensubstanz gingen in den Kot nur 2,3 Teile über, von den Eiweißstoffen nur 5,6, vom Fett 0,2 und von den Mineralstoffen nur 2,6 Teile. Der Milchzucker wurde so vollständig resorbiert, daß sich im Kot keine Spur davon nachweisen ließ; ein Teil desselben mag vor dem Übergang in die Säfte von Mikroorganismen zersetzt worden sein, worauf das Vorkommen geringer Mengen Milchsäure im Kote hindeutete. Im ganzen aber dürfte der größte Teil der Kotbestandteile den Stoffwechselprodukten zuzurechnen sein, die bei jeglicher Art der Ernährung aus dem Darm entleert werden. Von den Mineralstoffen der Milch gelangten bei diesen Untersuchungen 72,5% der eingeführten Phosphorsäure und 97,0% des Kalkes zum Ansatz. Während also das Saugkalb bei ausschließlicher Ernährung mit Vollmilch wahrscheinlich über einen ziemlichen Überschuß an Phosphorsäure verfügt, ist es mit Kalk nur knapp, wahrscheinlich unzureichend versorgt. Die Milch der Kulturrassen des Rindes scheint daher an letzterem Stoff so verarmt zu sein, daß sie dem Kalbe eine kaum noch genügende Menge dieser für die Knochenbildung so wichtigen Substanz darzubieten vermag, und es ist aus diesem Grunde angezeigt, den Kälbern und Ferkeln, solange sie nur mit Milch ernährt werden, etwas Schlämmkreide zum Verzehr vorzulegen.

Von der normalen Milch, welche wir bisher ausschließlich im Auge gehabt haben, unterscheidet sich wesentlich das Kolostrum (Erstlings-, Biest- oder Kolostralmilch), eine Flüssigkeit, die zur Zeit und einige Tage nach der Geburt dem Euter entzogen, gelblich oder gelblich-braun gefärbt ist und eine klebrige Beschaffenheit, salzigen Geschmack und einen eigentümlichen Geruch besitzt. Die

---

[1]) 1. Bericht über Arbeiten der Landw. Versuchsstation Wien, 1878, S. 151.

chemische Zusammensetzung des Kuh-Kolostrums wird durch nachstehendes Beispiel[1]) illustriert:

Wasser	Kasein	Albumin	Fett	Milchzucker	Asche
73,1 %	2,6 %	16,6 %	3,5 %	3,0 %	1,2 %

Im Vergleich zur gewöhnlichen Milch ist also das Kolostrum reicher an Trockensubstanz und besonders reich an solchen, oben unter der Bezeichnung Albumin zusammengefaßten Eiweißstoffen, die beim Kochen gerinnen; Milchzucker ist in ihm in geringerer Menge vorhanden und fehlt zuweilen ganz. Auch im Mischungsverhältnis der Mineralbestandteile weicht das Kolostrum von der gewöhnlichen Milch ab, indem seine Asche weniger Alkalien, aber mehr Kalk und Phosphorsäure enthält. Allmählich verliert die nach der Geburt abgesonderte Flüssigkeit den eben beschriebenen Charakter und nimmt nach 5—10 Tagen die Beschaffenheit der gewöhnlichen Milch an. — Für die neugeborenen Tiere bildet das Kolostrum die naturgemäße Nahrung und sollte daher stets zum Verzehr gebracht werden. Seinem Salzgehalte entspricht eine leicht abführende Wirkung, welche die Entfernung des im Darme des jungen Tieres befindlichen sogenannten Darmpeches befördert.

Als Futtermittel wird die Vollmilch im ganzen nur bei der Aufzucht des Jungviehes während der ersten Lebenswochen benützt. Man verabreicht sie am besten kuhwarm und vermeidet es, durch zu große Einzelgaben den Magen der Tiere zu überfüllen. An Kälber verfüttert man in dieser Weise in der ersten Woche nach der Geburt täglich 4—6mal je ½—1 l und verringert in den folgenden 3—4 Wochen die Zahl der Tagesmahlzeiten auf 3—4, indem man dabei je nach dem Zweck, den man bei der Aufzucht verfolgt, das Milchquantum auf 10—20 l pro Tag und 100 kg Lebendgewicht erhöht. Auch anderen jungen Tieren wird, wenn es an Muttermilch mangelt, mitunter Kuhmilch als Ersatz gereicht. Im übrigen kommt die Vollmilch nur noch bei der Kälbermast unter besonderen wirtschaftlichen Verhältnissen (s. w. u.) in Frage; bei erwachsenen Tieren aller Art macht sich die Verfütterung der Vollmilch nicht bezahlt. — Nach dem Verzehr mancher an sich unschädlicher Futtermittel nimmt, wie schon erwähnt, die Milch Eigenschaften an, welche sie für die Aufzucht junger Tiere unverwendbar macht. Diese Tatsache steht fest, welchen Ursachen aber die nachteiligen Wirkungen zuzuschreiben sind, ob, wie es wahrscheinlich ist, aus derartigen Futtermitteln oder aus den bei der Verdauung entstehenden Zersetzungsprodukten gesundheitsschädliche Stoffe in die Milch übergehen, oder ob die nach dem Verzehr gerade dieser Futterstoffe erzeugte Milch einen besonders geeigneten Nährboden für schädliche Mikroorganismen bildet, ist bis jetzt nicht näher erforscht. Daß aber manche giftigen Stoffe (Kupfer, Blei, Quecksilber, Arsen, Jod, Brom, Salizylsäure, Atropin usw.), die zufällig ins Futter gelangen oder bei den Tieren als Arznei angewendet werden, zum Teil in die Milch übergehen, ist sicher erwiesen, und vereinzelte zufällige Beobachtungen deuten an, daß auch wirksame

[1]) W. Eugling, Forschungen auf dem Gebiete der Tierhaltung 1. Bd., 1880, S. 92; H. Weiske, Journal für Landw. 29. Jahrg., 1881, S. 451.

Bestandteile der Giftpflanzen ihren Weg in die Milch finden. Von der Ernährung der jungen, recht empfindlichen Tiere wird daher die Milch mit Arzeneien behandelter Individuen ebenso auszuschließen sein, wie die Milch solcher Tiere, die verdächtige oder giftige Pflanzen, verschlämmtes oder von Hüttenrauch befallenes Heu, verdorbene Futtermittel, mit Kornausputz versetzte Kleien oder andere nicht einwandfreie Stoffe aufzunehmen gezwungen sind. Da die Milch ferner ein zersetzliches Produkt ist und für allerlei Mikroorganismen günstige Entwicklungsbedingungen darbietet, so ist bei ihrer Verwendung nicht nur auf Unverdorbenheit zu achten, sondern auch besondere Sorgfalt auf die Reinhaltung des Euters und aller Gegenstände aufzuwenden, die mit der Milch in Berührung kommen. Sauer gewordene oder sonstwie verdorbene Milch ruft beim Jungvieh zuweilen schwere, tödlich verlaufende Durchfälle hervor und sollte nur an Mastschweine oder ältere Kälber gekocht verfüttert werden. Fehlerhafte, wie blaue, gelbe, schleimige, sandige, salzige oder bittere Milch wird zwar in gekochtem Zustande oft ohne Nachteil vertragen, hat aber immer etwas Bedenkliches, wenn sie an Tiere zarten Alters verfüttert werden soll. Milch von Tieren, die mit ansteckenden Krankheiten (Maul- und Klauenseuche, Tuberkulose) behaftet sind, ist das beste Mittel, diese Leiden auf andere Tiere zu übertragen; durch mehrere Minuten langes Erhitzen auf 85—90° C., sicherer noch durch Kochen, kann ihre Ansteckungskraft vernichtet werden.

Die Magermilch, d. i. die abgerahmte süße Kuhmilch, enthält bis auf das Fett alle übrigen Bestandteile in fast genau demselben Mischungsverhältnis wie die Vollmilch, aus der sie gewonnen wird. Sie unterscheidet sich von letzterer also nur durch einen niedrigen Fettgehalt und weist in dieser Hinsicht je nach dem zur Anwendung gebrachten Rahmgewinnungsverfahren große Unterschiede auf. Nach den älteren in größeren Betrieben gegenwärtig nur noch vereinzelt beibehaltenen Aufrahmmethoden, bei welchen die Trennung des Rahms in ruhig stehenden Gefäßen erfolgt, wird eine Magermilch gewonnen, die im Durchschnitt etwa 0,75 % Fett enthält,[1]) während nach dem in steigender Ausdehnung eingeführten Zentrifugalverfahren eine sehr viel vollständigere Abscheidung des Butterfettes erzielt und bei leistungsfähigen Maschinen zurzeit eine Magermilch gewonnen wird, die nicht mehr als 0,05—0,2 % Fett enthält. Infolge dieses geringeren Fettgehaltes hat die entrahmte Milch einen erheblich niedrigeren Nährwert, als die Vollmilch. Nehmen wir für letztere die S. 403 angegebene Durchschnittszusammensetzung und für die Milchbestandteile die an Saugkälbern ermittelte Verdaulichkeit (S. 404) an, so würden 100 kg nicht entrahmter Milch, an Mastrinder verfüttert, nach den früher mitgeteilten Versuchsergebnissen des Verfassers imstande sein, 3,88 kg Körperfett zu erzeugen, Zentrifugenmagermilch mit 0,15 % Fett dagegen nur 1,83 kg.[2]) Wenn diese Werte nun auch nicht

[1]) Bei der Verschiedenartigkeit der Rahmgewinnung nach diesen Methoden lassen sich feste Zahlen für den Fettgehalt der Magermilch nicht aufstellen.

[2]) Bei dieser Berechnung ist auf die Wasserverdunstung beim Entrahmen keine Rücksicht genommen und für den Milchzucker der Wert des Rohrzuckers angenommen worden.

ohne weiteres auf junge Tiere zu übertragen sind, so gewähren sie doch immerhin einen Einblick in das Verhältnis der Nährwirkung zwischen Voll- und Magermilch und weichen auch von den Ergebnissen der Erfahrung nicht allzu weit ab. Man rechnet nämlich bei der Kälbermast auf je 1 kg Lebendgewichtszunahme 8—12 kg Vollmilch oder 18—20 kg Magermilch, also Beträge, die in ähnlichem Verhältnis stehen, wie die oben berechneten Produktionszahlen. Dem Mangel der Magermilch an Fett, welcher sich namentlich bei ihrer Verwendung zur Aufzucht und bei der Kälbermast fühlbar macht, sucht man durch die Beigabe von reinem Fett, mitunter auch von Zucker- und Stärkemehl, oder durch den Zusatz fett- oder kohlenhydratreicher Futterstoffe zu begegnen, wie später noch darzulegen sein wird. Wie die Vollmilch, so verfüttert man auch die Magermilch an das empfindliche Jungvieh möglichst frisch im angewärmten Zustande unter den schon angegebenen Vorsichtsmaßregeln und bringt sie am besten erst in der 4.—6. Lebenswoche in ganz allmählichem Übergange zum Verzehr. Im übrigen findet sie passende Verwendung bei der Mast der Kälber, Lämmer und Schweine; in geringeren Mengen reicht man sie auch an Fohlen, sowie an Milchvieh, bei welchem Gaben von 5—8 l sich gut bewährt haben sollen. Was die Verwendung fehlerhaft beschaffener Magermilch betrifft, so gilt von ihr dasselbe wie von der Vollmilch gleicher Art. — Vor kurzem hat man damit begonnen, entrahmte Milch für Fütterungszwecke zu trocknen.

Die Buttermilch besitzt je nach der Art des zur Buttergewinnung benützten Materials entweder den Charakter einer süßen, durchschnittlich etwa 0,4 bis 0,5 % Fett enthaltenden Magermilch und wird in diesem Falle ebenso wie letztere verwendet, oder sie hat eine mehr oder weniger saure Beschaffenheit, wenn sie beim Verbuttern sauren Rahms gewonnen wird. Da bei der Säuerung ein Teil des Milchzuckers in die für die Ernährung geringwertigere Milchsäure übergeführt wird, so bedeutet diese Umwandlung eine Verminderung des Nährwertes. Nehmen wir an, daß die Säuerung ihren höchstmöglichen Grad erreicht hat, wenn 1,6 % Milchsäure entstanden sind, so würde dies einem Verlust des gleichen Betrages an Milchzucker entsprechen, und 100 kg Milch würden dementsprechend weniger Körperfett liefern können, als dieselbe Milch im nicht gesäuerten Zustande. Die saure Buttermilch, ebenso wie die sauer gewordene Magermilch finden ihre beste Verwertung bei der Schweinemast, bei welcher sie in richtiger Mischung mit Getreideschrot und Kartoffeln gute Schlachtprodukte liefern. Kälber und Ferkel vertragen in den ersten Lebenswochen die Beifütterung saurer Milch schlecht, und auch in späterer Zeit sollten nur mäßige Mengen und zwar wenn möglich gekocht verabreicht werden.

Die Molken (Schotten, Käsewasser) werden auf verschiedene Weise gewonnen. Verarbeitet man süße Voll- und Magermilch, so wird die etwas erwärmte Milch zunächst mit Lab zum Gerinnen gebracht und der Käsestoff, welcher den größten Teil des Fettes einschließt, von den flüssig gebliebenen Teilen der Milch, den Molken, getrennt. In diesem Falle enthalten die Molken gewöhnlich 6,5—7,5 % Trockensubstanz, die zu 60—70 % aus Milchzucker besteht. Je nach dem Fettgehalt der verarbeiteten vollen, halb oder ganz entrahmten

Milch und je nach der Arbeitsweise verbleiben ferner in den Molken wechselnde Mengen Fett, 0,3—1,3 %, von welchem, wenn Vollmilch verarbeitet worden ist, mitunter noch ein Teil durch Aufrahmen, Zentrifugieren oder auf andere Weise als sogenannte Vorbruchbutter gewonnen wird. An Eiweißstoffen geht in die Molken ca. 1 % über, doch auch hiervon wird an manchen Orten noch ein Teil, der sogenannte Zieger, abgeschieden, indem etwas gesäuerte Molken zugefügt und die Albuminstoffe darauf durch Erhitzen zur Gerinnung gebracht werden. — Aus saurer Milch, in welcher die Gerinnung schon eingetreten oder event. durch Zusatz von saurer Buttermilch befördert wird, scheidet man die Molken vom Quark, nachdem man letzterem durch Erwärmen eine etwas kompaktere Form erteilt hat. Die so erhaltenen Quarkmolken haben eine ähnliche Zusammensetzung wie die aus süßer Milch gewonnenen Molken, nur sind sie reicher an Milchsäure und entsprechend ärmer an Milchzucker. — In Anbetracht der großen Verdünnung, in welcher sich die Nährstoffe in den Molken vorfinden, ist der Nährwert dieser Abfälle nicht groß, wenn auch immerhin beachtenswert. Nimmt man in denselben einen mittleren Gehalt von 1 % Eiweiß, 0,2 % Fett und 4,9 % Milchzucker an, so würden 100 kg süße Molken unter den schon öfters berührten Voraussetzungen 1,26 kg Körperfett zu erzeugen vermögen, d. i. etwa $^2/_3$ von der Leistung der Zentrifugenmagermilch. Bei ausgedehnten Mästungsversuchen mit Schweinen verfütterte N. J. Fjord[1]) eine Magermilch mit 3,36 % Eiweiß, 0,23 % Fett und 4,8 % Milchzucker und daneben Molken mit 0,92 % Eiweiß, 0,06 % Fett und 4,79 % Zucker, also Futtermittel, von welchen das erstere 1,81, das letztere 1,14 kg Körperfett bei Gaben von je 100 kg zu liefern imstande gewesen wäre. Darnach hätte man zu erwarten, daß 100 kg Magermilch bei erwachsenen Tieren etwa gleichwertig sein müßten mit 160 kg Molken, wogegen Fjord in seinen besonders lang ausgedehnten Versuchsreihen, in denen freilich noch jüngere Schweine mit benützt worden waren, zu einem Verhältnis von 100 : 180 gelangte und annimmt, daß im Durchschnitt 2 kg Molken dieselbe Gewichtszunahme bewirken, wie 1 kg Magermilch. Bei noch wachsenden Tieren muß die proteinreichere Magermilch als Zulage zu einem sonst gleichen, nicht zu eiweißreichen Futter eben mehr leisten, als die eiweißärmeren Molken. Letztere finden ihre zweckmäßigste Verwendung bei der Schweinemast und werden am besten mit anderen Bestandteilen der Ration zusammen gekocht verabreicht. Man verwendet sie sonst als Nebenfutter gelegentlich auch bei der Kälbermast, sowie bei der Fütterung des Milchviehs. Für die Aufzucht sind sie wegen ihrer großen Verdünnung wenig geeignet. Stark saure Molken wirken auf empfindlichere Tiere nachteilig und sollten an tragendes und säugendes Vieh, sowie an jüngere Tiere nicht verfüttert werden.

Das Fleischfuttermehl,[2]) welches als Abfall bei der Fabrikation des Fleischextraktes erhalten wird, besteht aus den mit Wasser ausgelaugten un-

---

[1]) Zentralblatt für Agrikulturchemie 17. Jahrg., 1888, S. 595.

[2]) Siehe hierzu die Monographie von V. Schenke, Landw. Versuchsstationen 59. Bd., 1903, S. 9.

löslichen Teilen frischen Fleisches. Nach dem von Liebig angegebenen Verfahren, welches an den ursprünglichen Sitz der Extraktbereitung, Fray Bentos in Uruguay, auch gegenwärtig noch befolgt wird, verwendet man nur gesundes, von Knochen, Sehnen und Fett möglichst befreites, gehacktes Rindfleisch, das mit Wasser unter allmählicher Zufuhr von Wärme extrahiert wird; der Rückstand wird unter Beobachtung größter Sorgfalt und Reinlichkeit getrocknet und gemahlen, wobei man ihm etwas Chlorkalium, phosphorsaures Natron und Kalksalze zumischt, um die durch die Auslaugung entzogenen Fleischsalze zu ersetzen. So hergestellt bildet das Fleischfuttermehl ein gelblich bräunliches, mit gröberen Körnchen durchsetztes Mehl, das im Durchschnitt einer großen Zahl von Untersuchungen 10—12 % Wasser, 72—73 % Stickstoffsubstanz, worunter 69—70 % Eiweiß, 12—13 % Fett und 3—4,5 % Mineralstoffe enthält. Gewöhnlich werden in ihm 70—75 % Rohprotein und 10 % Fett garantiert. Trotz seines tierischen Ursprungs wird es auch von den Pflanzenfressern sehr hoch, die organische Substanz zu 92, das Rohprotein zu 95 und das Fett zu 90 % verdaut. — Anderen Ortes wird auch Schaffleisch, sogar Pferdefleisch zur Extraktfabrikation herangezogen und deren Rückstände in getrocknetem Zustande verfüttert. Verfälschungen des Fleischmehls sind im ganzen bislang selten vorgekommen; vereinzelt findet man darin Bruchstücke eingetrockneten Leimes und Knorpels, deren Nährwert niedriger veranschlagt werden muß, als der der Fleischfasern; auch kommt gelegentlich ein Zusatz von Leder- und Knochenmehl vor. Die Erfahrung hat gelehrt, daß unverdorbenes Fleischmehl von allen Tiergattungen gut vertragen wird und gesundheitliche Nachteile nicht hervorruft. Man bedient sich desselben am besten freilich nur da, wo es gilt, den Eiweißgehalt der Ration ohne große Vermehrung des Futtervolumens zu erhöhen. Jungen, noch wachsenden Schweinen reicht man in den ersten Lebensmonaten etwa 100—200 g pro Tag und Kopf und steigert diese Gaben bei der Mast je nach dem Proteinreichtum des anderen Futters bis auf 0,5 kg; auch Kälber vertragen bis zu 0,6 kg pro Tag und Kopf, je nach dem Alter recht gut. Beim erwachsenen Rind geht man bis zu 1 kg und hat beim Milchvieh nicht beobachtet, daß derartige Mengen die Qualität der Butter oder Milch beeinträchtigen. Schafe nehmen das Fleischfuttermehl in der Regel nur schwer an, ebenso Pferde, denen pro Tag und Kopf ca. 0,25 kg gegeben werden. Der Widerwille gegen das eigentümlich nach Parmesankäse riechende Futtermittel läßt sich indessen bei den meisten Tieren durch allmähliche Einführung in den Rationen und durch die Beigabe schmackhafter Stoffe überwinden.

Vor nicht langer Zeit ist dem bewährten Fleischfuttermehl in dem Kadavermehl (Tierkörpermehl) ein Konkurrent entstanden, der in den Abdeckereien hergestellt wird.[1]) Man verwendet hier ganze Kadaver gefallener, infizierter und vergifteter Tiere, Schlachtabfälle, verdorbenes Konserven- und Pökelfleisch, angefaulte Fische, Därme und konfiszierte, halbverfaulte Waren verschiedener Art,

---

[1]) Siehe hierzu die Monographie von V. Schenke, Landw. Versuchsstationen 59. Bd., 1903, S. 36.

kurz alles, was an animalischen Stoffen nach gesetzlichen Vorschriften dem menschlichen Konsum entzogen werden muß. Soweit zulässig, entfernt man von den Tierleichen die Hufe, Schwanz- und Mähnenhaare, sowie den Magen- und Darminhalt; wo aber, wie bei den an Milzbrand, Rotz usw. eingegangenen Tieren, die unzerkleinerten Kadaver vernichtet werden müssen, gehen letztere mit Haut und Haaren in das Kadavermehl über. Die erwähnten gesundheitsschädlichen Materialien werden zumeist in großen Trommeln mehrere Stunden mit gespanntem Dampf von 132° C. behandelt und gleichzeitig durch rotierende Walzen und Messer zerkleinert, wobei nach einiger Zeit ein Teil des Fettes, sowie eine Leimbrühe abgezogen wird. Die in den Trommeln verbleibende Masse wird dann in diesen vollkommen eingetrocknet und stellt das Kadavermehl dar. Nach einem neueren Verfahren (von Grotkaß-Schirm) verwendet man statt des Wasserdampfes Benzin, das unter hohem Druck bei 160—180° C. auf die Kadaver einwirkt und dieselben von einem großen Teile des Fettes befreit.[1]) Durch diese Behandlung ist anzunehmen, daß alle Lebewesen und darunter auch die Erreger ansteckender Krankheiten bei der hohen Spannung und Temperatur des Wasser- bezw. Benzindampfes in den Trommeln vernichtet werden. — Von dem vorher besprochenen Fleischfuttermehl unterscheidet sich das aus Kadavern hergestellte Produkt durch die Anwesenheit größerer oder geringerer Mengen von Knochensubstanz, Hautteilen, Haaren, Magen- und Darminhalt, und infolge dieser Umstände schwankt auch die Zusammensetzung desselben sehr bedeutend. Vereinzelt besteht mehr als die Hälfte desselben aus zerkleinerten Knochen. An Rohprotein wurden 28—65%, an Fett 10—35% und an Mineralstoffen 3—43% gefunden. Infolge der hohen Herstellungstemperaturen ist ferner ein beträchtlicher Teil des Eiweißes denaturiert und in Verbindungen übergegangen, denen in den Tabellen im Anhange der Nährwert der Kohlenhydrate zugeschrieben worden ist. Bei Mästungsversuchen mit Schweinen erwies sich das Kadavermehl das eine Mal seinem Nährstoffgehalt entsprechend als geeignet an die Stelle von Liebigschem Fleischmehl zu treten,[2]) während das andre Mal die Wirkung des Kadavermehls deutlich geringer ausfiel.[3]) In beiden Fällen war mit Benzin behandeltes Kadavermehl verfüttert worden. Im allgemeinen wird das Kadavermehl ungern von den Tieren genommen und es macht sich meistens nötig, durch Beimischung von Melasse oder anderen Geschmacksstoffen den den Tieren offenbar nicht zusagenden Geruch zu verdecken. In dieser Weise zubereitet, ist es jedoch während des Kriegs sogar an Pferde und Milchkühe mit Vorteil verfüttert worden.

Das Fischfuttermehl[4]) wird hergestellt, indem man Fische oder Fisch-

---

[1]) F. Honcamp, Landw. Versuchsstationen 75. Bd., 1911, S. 169, und E. Pescheck, Journ. f. Landw. 58 Bd., 1910, S. 345.

[2]) J. Hansen, Landw. Jahrbücher 40. Bd., 1911, 3. Erg.-Bd., S. 203.

[3]) M. Popp, D. landw. Presse 1911, S. 440.

[4]) V. Schenke, Landw. Versuchsstationen 59. Bd., 1904, S. 55, und E. Haselhoff, Fühlings landw. Zeitung 63. Jahrg., 1914, S. 137.

abfälle behufs Gewinnung von Tran unter starkem Druck auspreßt, sodann mit gespannten Wasserdämpfen behandelt, wobei eine Leimbrühe erhalten wird, und den Rückstand trocknet, mahlt und siebt. Außerdem wird in Abdeckereien aus verdorbenen Fischen ein fettreiches Mehl nach demselben Verfahren hergestellt, welches bei der Fabrikation des Kadavermehls benützt wird.[1]) Das gewöhnlich im Handel vorkommende, nach ersterem Verfahren gewonnene Fischfuttermehl wird zumeist unter der Garantie eines Gehaltes von 58% Rohprotein und 2% Fett verkauft und ist wegen der Anwesenheit der Gräten ziemlich reich an phosphorsaurem Kalk. Das fettreichere Abdeckereiprodukt dagegen weist einen Fettgehalt von 10—20% und einen entsprechend niedrigeren Proteingehalt auf. Im übrigen schwankt die Zusammensetzung dieser Abfälle je nach der Beschaffenheit des Rohmaterials sehr bedeutend, indem selbst die fettarmen Präparate 40 bis an nahezu 80% Rohprotein enthalten können. Die Verdaulichkeit des Fischfuttermehls liegt ziemlich hoch, sie beträgt für das Protein 85—90%, und auch von den Mineralstoffen kommt ein beträchtlicher Teil zur Resorption.[2]) Zur Ergänzung phosphorsäurearmer Rationen ist daher das Fischmehl ebenso geeignet wie die meisten Kalkphosphate. Man verwendet es in gleicher Weise und in denselben Mengen wie das Fleischfuttermehl und hat bei den fettärmeren Präparaten mit nicht mehr als 3—4% Fett keinerlei nachteilige Wirkung auf den Geschmack der Milch und Butter oder auf die Beschaffenheit der Fleischprodukte zu befürchten. Tranreiches Fischfuttermehl mag sich bei der Verfütterung an Milchvieh, wie noch weiter zu erforschen wäre, nicht ganz indifferent verhalten; bei Mastschweinen erzeugt es jedenfalls tranigen Geschmack des Fleisches und Speckes. Im übrigen haben sich die verdaulichen Nährstoffe des Fischfuttermehles in ihrer Wirkung auf den Lebendgewichtszuwachs von Mastschweinen als gleichwertig mit denen des Fleischfuttermehls erwiesen.[3])

Das **Blutmehl**, welches durch Eintrocknen des mittelst überhitzten Dampfes koagulierten Blutes von Schlachttieren hergestellt wird, besteht zu durchschnittlich 83—89% aus Rohprotein und enthält eine nur geringe Menge (2,5%) Fett. Sofern es beim Trocknen nicht zu hohen Temperaturgraden ausgesetzt wird, gelangen vom Rohprotein 86—92% zur Verdauung, gegenüber 61—72%, welche bei der Verfütterung eines überhitzten Präparates an Schafe beobachtet wurden.[4]) Außer diesem gewöhnlichen Blutmehl gibt es noch ein anderes Präparat, das als „wasserlösliches“ bezeichnet und in der Weise hergestellt wird, daß man, um das Gerinnen zu vermeiden, das frische Blut stark rührt, alsdann in dünnen Schichten auf Bleche ausgießt und bei möglichst niedriger Temperatur trocknet. Ein in dieser Weise gewonnenes Produkt enthielt 89% Rohprotein, wovon 96,5%

---

[1]) M. Popp, Mißstände im deutschen Fischmehlhandel. Mitteilungen der Vereinigung Deutscher Schweinezüchter 1914.

[2]) O. Kellner, Landw. Versuchsstationen 20. Bd., 1877, S. 423.

[3]) A. Kleemann, ebenda 73. Bd., 1910, S. 187.

[4]) E. Wildt, Landw. Jahrbücher 6. Bd., 1877, S. 177.

von Schafen verdaut wurden.[1]) Blutmehl ist für alle Tiergattungen geeignet, wird ohne Widerwillen verzehrt und etwa in denselben Mengen wie das Fleischfuttermehl verabreicht. Man benützt es gern zur Herstellung von Futterbroten und Futterzwieback, sowie als Zusatz zu minderwertigen Melassemischfutterarten.

Der phosphorsaure Futterkalk,[2]) auch Futterknochenmehl, Knochenfuttermehl, gefälltes oder präzipitiertes Kalkphosphat oder präzipitierter phosphorsaurer Kalk genannt, stellt nach der Entwicklung, welche der Handel und Verbrauch dieser Futterbeigabe genommen hat, gefällten phosphorsauren Kalk dar, der zum größten Teil aus Dicalciumphosphat besteht. Zur Herstellung dieses Präparates werden gereinigte, zerkleinerte Knochen behufs Auslaugung der Mineralstoffe mit Salzsäure behandelt, der Auszug mit Kalkmilch gefällt und der Niederschlag, d. i. der phosphorsaure Futterkalk, ausgewaschen und zur Trockne gebracht. Das so gewonnene Produkt bildet ein weißes oder gelblich weißes, geruchloses Pulver, das in der Hauptsache ein Gemenge von vorwiegend Dicalcium- und Tricalciumphosphat ist und im Maximum 43, im Minimum 25 und im Durchschnitt 37—38 % Phosphorsäure enthält. Da das Dicalciumphosphat für besonders leicht löslich gilt, so wird der Gehalt an diesem Bestandteil neben dem an Gesamtphosphorsäure als wertbestimmend betrachtet und dementsprechend bei der Garantieleistung wie Untersuchung berücksichtigt. Zur Unterscheidung des Di- und Tricalciumphosphates bedient man sich einer ammoniakalischen Zitratlösung,[3]) die zwar keine scharfe, aber praktisch doch hinreichend genaue Trennung der beiden Phosphate zuläßt, und garantiert hiernach in der Regel außer der Menge auch die Zitratlöslichkeit der Phosphorsäure. Zuweilen kommt der phosphorsaure Futterkalk mit einem übermäßig hohen Wassergehalt in den Handel und ist dann entsprechend minderwertig, zuweilen enthält er gesundheitsschädliche Verunreinigungen. Unter letzteren findet sich nicht selten ein unzulässig hoher Betrag an arseniger Säure, die aus der zur Fabrikation dienenden rohen Salzsäure stammt und die Benützung der Ware zu Futterzwecken bedenklich erscheinen läßt. Mögen geringe Mengen dieser Verunreinigung auch oft unschädlich sein und nicht sofort Krankheitserscheinungen bewirken, so ist doch zu erwägen, daß ein andauernder Genuß arsenikhaltigen Futters chronische Vergiftungen zur Folge haben kann.[4]) Bei dem Mangel an Beobachtungen gerade über diese schleichende Form der Erkrankung und deren Abhängigkeit von der Menge des aufgenommenen Giftes ist es geraten, sich beim Ankauf des Präparates Freiheit von Arsen auszubedingen und jede Lieferung zurückzuweisen, die mehr als Spuren dieses Giftes enthält. Hierzu ist man vollauf berechtigt, denn einerseits macht die Bereitung arsenfreien Futterkalkes keine Schwierigkeiten, und andrerseits hat man für gifthaltige denselben, zuweilen sogar einen noch höheren Preis zu bezahlen, wie für reine Präparate. Seit einiger

---

[1]) F. Honcamp, Landw. Versuchsstationen 75. Bd., 1911, S. 178.

[2]) V. Schenke, ebenda 58. Bd., 1903, S. 291.

[3]) Landw. Versuchsstationen 72. Bd., 1910, S. 357.

[4]) E. Fröhner, Lehrbuch der Toxikologie, Stuttgart 1890, S. 44.

Zeit benützt man zur Auflösung des phosphorsauren Kalkes aus den Knochen statt Salzsäure auch schweflige Säure, die sich dann zuweilen in recht beträchtlichen Mengen — nach Beobachtungen von F. Barnstein bis zu 18% — in dem phosphorsauren Futterkalk vorfindet. Da die schweflige Säure zu den gesundheitsschädlichen Stoffen zu rechnen ist[1]) und der phosphorsaure Futterkalk meist den empfindlichen jungen Tieren verabfolgt wird, so ist mit Recht zu fordern, daß mehr als Spuren dieser Säure in dem für die Fütterung bestimmten Produkt nicht enthalten sein dürfen. — Schlecht ausgewaschenes Futterknochenmehl enthält zumeist viel Chlorcalcium, ein Salz, das sich bei der Einwirkung von Salzsäure auf Knochen oder Knochenasche stets bildet, in geringen Mengen zwar nicht giftig ist, aber immerhin besser den Tieren nicht zugeführt wird, da es ebenso wirken muß, wie wenn sehr hartes Wasser konsumiert wird. — Eine Verunreinigung anderer Art, das Fluornatrium,[2]) ist in den letzten Jahren vereinzelt in Mengen von 4—5% im phosphorsauren Futterkalk beobachtet worden und hat sich als ein Gift von todbringender Wirkung erwiesen.

Unter der gleichen oder unter ähnlich klingender Bezeichnung, wie das eben beschriebene Präparat, sind zu Fütterungszwecken neuerdings andere kalkphosphatführende Stoffe, wie entleimtes Knochenmehl, Knochenasche und gemahlene Mineralphosphate, zu übertriebenen Preisen in den Handel gebracht und angepriesen worden. Alle Surrogate dieser Art enthalten die Phosphorsäure nur in Form von Tricalciumphosphat, von dem man annimmt, daß es dem tierischen Organismus schwerer zugänglich ist, wie das Dicalciumphosphat. Letzteres wird, wie eine große Anzahl von Untersuchungen[3]) erwiesen hat, in dem Verdauungsapparat nicht bloß gelöst und resorbiert, sondern bei Mangel an Kalk und Phosphorsäure im Futter auch zum Aufbau der Organe verwendet. Wie sich in dieser Hinsicht aber das Tricalciumphosphat im Vergleich zum Dicalciumphosphat stellt, ob entleimtes Knochenmehl, Knochenasche und gemahlene natürliche Phosphate den gefällten phosphorsauren Kalk voll ersetzen können und in welcher Abmessung diese Surrogate zum Verzehr zu bringen sind, ist bislang noch wenig erforscht. Den Mineralphosphaten kristallinischer Art, die besonders schwerlöslich sind, wird man von vornherein keine große Bedeutung beilegen dürfen. Wie es sich mit der Assimilierbarkeit verschiedener aus Knochen hergestellter Präparate im Vergleich zum Dicalciumphosphat und zum gefällten Tricalciumphosphat verhält, ist von A. Köhler[4]) durch eingehende Untersuchungen mit Lämmern festgestellt worden. Während aus entleimtem Knochenmehl und aus Knochenasche nur 13—14% der dargereichten Phosphorsäure assimiliert werden konnten, gelangte

---

[1]) H. Walbaum, Archiv für Hygiene 57. Bd., 1906, S. 87.

[2]) A. Emmerling, Zentralblatt für Agrikulturchemie 33. Jahrg., 1904, S. 575.

[3]) J. Lehmann, Landw. Versuchsstationen 1. Bd., 1859, S. 68; Th. v. Gohren, ebenda 3. Bd., 1861, S. 161: F. Hoppe-Seyler, Medizinisch-chem. Untersuchungen, Heft 2; V. Hofmeister, Landw. Versuchsstationen 16. Bd., 1873, S. 126; H. Weiske, Journal für Landw. 21. Bd., 1873, S. 139.

[4]) Landw. Versuchsstationen 61. Bd., 1905, S. 451 und 65. Bd., 1907, S. 349.

bei Verfütterung von gefälltem Di- und Tricalciumphosphat und bei gleich hoher Phosphorsäuregabe zumeist ein viermal so hoher Betrag zum Ansatz. Hiernach besitzt die Phosphorsäure des gefällten, größtenteils aus Dicalciumphosphat bestehenden Futterkalkes einen etwa viermal so hohen Wert wie die Phosphorsäure des entleimten Knochenmehls oder der Knochenasche. Zwischen der Assimilierbarkeit der Phosphorsäure im gefällten Di- und Tricalciumphosphat scheint jedoch ein durchgreifender Unterschied nicht zu bestehen; nur dann, wenn der Kalkgehalt der Gesamtnahrung den Kalkbedarf der Tiere nicht deckt, wurde auch aus dem Dicalciumphosphat etwas weniger Phosphorsäure assimiliert. Diese interessante Beobachtung deutet darauf hin, daß wachsende Tiere den größten Teil der verfügbaren Phosphorsäure für die Knochenbildung verwenden, wozu eben außer der Phosphorsäure auch eine nicht unbeträchtliche Menge Kalk erforderlich ist. Sofern die Gesamtnahrung sehr kalkarm ist, empfiehlt sich noch eine kleine Beigabe von Schlämmkreide, die in der Regel nur 25—30% des verabreichten Futterkalkes zu betragen braucht.

XI. Kriegsersatzfuttermittel.

Wie bereits mehrfach erwähnt, hat die Futternot, die im Verlaufe des Krieges immer schärfer in Erscheinung trat, Veranlassung gegeben, Ersatzfuttermittel der verschiedensten Art herzustellen. Wie durch den Namen schon zum Ausdruck kommt, wurde dabei angestrebt, die in Friedenszeiten verwandten Futtermittel, namentlich die ausländischen Kraftfuttermittel durch bislang nicht beachtete Futterstoffe zu ersetzten. Daß hierbei ein vollwertiger Ersatz nur selten in Frage kommen konnte, liegt klar zutage, denn wären die in Betracht kommenden Futterstoffe den früher verwandten Kraftfuttermitteln ebenbürtig, so würde ihre Verwendung längst erfolgt sein. In der Tat sind denn auch die meisten auf den Markt gebrachten Ersatzfutterstoffe charakterisiert durch eine mehr oder weniger einseitige Zusammensetzung, und sie haben meist — sofern sie nicht mit anderen Futtermitteln vermischt werden — nur einen Nährstoff ergänzen oder ersetzen können. Da bei ihrer Gewinnung und Herstellung vielfach sachkundiger Rat nicht begehrt oder im Interesse der Erzielung eines besseren Geschäftes nicht befolgt wurde, so kann es nicht wundernehmen, daß der größte Teil der Ersatzfuttermittel, deren Nährwert sehr oft in keinem Verhältnis zu dem Preise steht, ziemlich allgemein von der landwirtschaftlichen Praxis abgelehnt worden ist. Sie werden daher wieder verschwinden, sobald dem freien Markt die Möglichkeit der Beschaffung normaler Futtermittel gegeben wird.

1. Durch Mahlung von Rauhfutter, Heidekraut, Schilfrohr usw. hergestellte Mehle. Strohmehl. Den Reigen der durch Mahlen von Rauhfutterstoffen gewonnenen Mehle eröffnete kurze Zeit nach Ausbruch des Krieges das Friedenthalsche Strohmehl. Nach der Behauptung Friedenthals[1]) sollte es möglich sein, durch puderfeine Mahlung die Zellen des Strohes soweit zu öffnen,

[1]) Die Nährwertserschließung in Heu und Stroh und Pflanzenteilen aller Art von Prof. Dr. Hans Friedenthal. Leipzig, Reichenbach sche Verlagsbuchhandlung, 1915.

daß die darin eingeschlossenen Nährstoffe den Verdauungssäften zugänglich gemacht würden. Trotzdem alsbald von sachkundiger Seite[1]) auf das Verfehlte dieser Anschauungen hingewiesen wurde, hat das Friedenthalsche Strohmehl dank der Empfehlungen, die es vom schlecht beratenen Preußischen Landwirtschaftsministerium mit auf den Weg bekam, lange Zeit sein Unwesen getrieben und die deutsche Landwirtschaft bei seiner Wertlosigkeit und angesichts des hohen Preises, der dafür gefordert wurde, empfindlich geschädigt. — Genauen Aufschluß über den Nährwert des nach den Friedenthalschen Prinzipien puderfein gemahlenen Strohes geben Versuche, die G. Fingerling[2]) unter Verwendung des Respirationsapparates mit 2 Schweinen zur Ausführung brachte. Das zu diesen Versuchen verwandte Strohmehl war aus Haferstroh gewonnen und von der von Dr. Friedenthal beratenen deutschen Pflanzenmehl-Gesellschaft bezogen worden. Es zeigte in der Trockensubstanz folgende Zusammensetzung:

92,03%	Organische Substanz	2,05%	Fett
3,71 „	Rohprotein	41,30 „	Rohfaser
3,30 „	Reineiweiß	7,97 „	Asche
44,97 „	Stickstofffreie Extraktstoffe		

Von diesen Nährstoffen wurden verdaut:

Organische Substanz . .	27,23%	Rohfaser . .	15,55%
Stickstofffreie Extraktstoffe	43,64 „	Asche . . .	20,70 „
Fett	93,65 „		

Rohprotein und Reineiweiß zeigten eine starke Minusverdauung.

Der Fleisch- und Fettansatz war ein sehr bescheidener. 100 g Trockensubstanz erzeugten nur einen Ansatz von 98,5 Cal gegenüber 306,5 Cal, die 100 g Trockensubstanz in Form von Kartoffelflocken zum Ansatz zu bringen vermochten. Noch ungünstiger gestalteten sich die Ergebnisse, die von Zuntz, Brahm, von der Heide[3]), Schneidewind[4]), F. Kling, F. Sauer und W. Kleeberger[5]) bei Versuchen mit Schweinen erhalten wurden. Von der Wertlosigkeit des nach den Friedenthalschen Phantasien bereiteten Strohmehls hat sich denn auch sehr bald die landwirtschaftliche Praxis überzeugt und das Produkt ist vom Markte verschwunden.

Heu- und Kleemehl.[6]) Angeregt durch die Friedenthalschen Bestrebungen hat man versucht, durch Mahlen von Heu und Klee ein brauchbares Schweine-

---

[1]) Die Beurteilung des Strohmehls durch hervorragende Ernährungsphysiologen. Deutsche landw. Presse 42. Jahrg., 1915, S. 159. Stroh als Kraftfutter von Fr. Lehmann. Ebenda S. 189. Das Ende der Futternot? Von G. Fingerling. Ebenda S. 209.

[2]) Noch nicht veröffentlicht.

[3]) Mitteilungen der D. L.-G. 30. Jahrg., 1915, S. 226 und Biochem. Zeitschrift 79. Bd., 1917, S. 389.

[4]) Deutsche landw. Presse 43. Jahrg., 1916, S. 91.

[5]) Fühlings Landw. Zeitschrift 64. Jahrg., 1915, S. 576.

[6]) Oetken, Das Heumehl, seine Bedeutung für die Tierzucht und seine Herstellung. Deutsche landw. Presse 42. Jahrg., 1915, S. 444.

mastfutter zu erhalten. Aber auch diese Bestrebungen haben sich als verfehlt herausgestellt, wie Respirationsversuche zeigen, die G. Fingerling[1]) mit Schweinen ausführte. Das zu diesen Versuchen verwandte feingemahlene Kleemehl hatte — auf Trockensubstanz berechnet — folgende Zusammensetzung:

90,53 %	Organische Substanz	0,41 %	Fett
14,90 „	Rohprotein	27,16 „	Rohfaser
12,50 „	Reineiweiß	9,47 „	Asche
48,06 „	Stickstofffreie Extraktstoffe.		

Davon wurden im Mittel zweier Versuche verdaut:

Organische Substanz . .	50,78 %	Stickstofffreie Extraktstoffe .	59,64 %
Rohprotein	34,85 „	Fett	—
Reineiweiß	22,34 „	Rohfaser	37,25 „

Dagegen verdauten Wiederkäuer (Hammel), an die dasselbe Kleemehl verfüttert wurde, folgende Mengen:

Organische Substanz . .	59,92 %	Stickstofffreie Extraktstoffe	62,84 %
Rohprotein	54,14 „	Fett	—
Reineiweiß	45,30 „	Rohfaser	56,19 „

Vergleicht man diese Verdauungswerte mit denen, die bei den Schweineversuchen erhalten wurden, so tritt die Verschwendung, die mit den Nährstoffen des Klees, besonders aber mit dem wertvollen Eiweiß, getrieben wird, klar zutage, wenn Klee an Schweine verfüttert wird.

Auch der Ansatz, der bei der Verfütterung des Kleemehls erhalten wurde, war ein sehr bescheidener. Während die nutzbare Energie von Kartoffelflocken, mit denen das Kleemehl bei den Versuchen G. Fingerlings verglichen wurde, zu 80,9 % zum Ansatz kam, betrug die Verwertung bei Kleemehl nur 56,6 %. 100 g Trockensubstanz in Form von Kleemehl bewirkten dabei einen Ansatz von 104,3 Cal, in Form von Kartoffelflocken dagegen 306,5 Cal. Die Verwertung der Kleemehl-Trockensubstanz stellt sich daher nur auf 34,0 % derjenigen der Kartoffelflocken. — Auch A. Morgen[2]) fand bei Heumehl ähnlich ungünstige Verhältnisse. 2 Schweine verdauten die Nährstoffe in folgendem Umfang:

Organische Substanz . .	42,4 %	Stickstofffreie Extraktstoffe .	46,6 %
Rohprotein	36,7 „	Rohfaser	44,3 „
Reineiweiß	33,1 „		

Dagegen verdauten Hammel von demselben Heumehl:

Organische Substanz . . .	51,9 %	Stickstofffreie Extraktstoffe .	55,2 %
Rohprotein	57,8 „	Fett	46,0 „
Reineiweiß	55,2 „	Rohfaser	46,4 „

Daß die Herstellung von Heumehl zwecks Verfütterung an Wiederkäuer angesichts der sehr gründlichen Zerkleinerung der Rauhfutterstoffe durch die Kauwerkzeuge dieser Tierart überflüssig sein muß, ist nach dem bereits früher (S. 278)

[1]) Noch nicht veröffentlicht.

[2]) Landw. Versuchsstationen 88. Bd., 1916, S. 260.

Ausgeführten ohne weiteres klar, wird außerdem sehr schön bewiesen durch Versuche A. Morgens[1]), der einmal gehäckseltes, das andere Mal gemahlenes Heu an Hammel verfütterte. Der genannte Forscher erhielt dabei folgende Verdauungskoeffizienten:

	Gehäckseltes Heu	Gemahlenes Heu
Organische Substanz . . .	51,1 %	51,9 %
Rohprotein	48,9 „	57,8 „
Reineiweiß	47,1 „	55,2 „
Stickstofffreie Extraktstoffe .	52,7 „	55,2 „
Fett	31,0 „	46,0 „
Rohfaser	50,6 „	46,4 „

Die aufgetretenen Unterschiede liegen innerhalb der bei solchen Versuchen unvermeidlichen Fehlergrenze.

Die Versuche beweisen, daß durch das Mahlen des Heues bei Wiederkäuern keine bessere Verdaulichkeit zu erzielen ist. Aber auch das Mahlen des Klees und Heues für die Zwecke der Schweinemast ist nicht nur überflüssig, sondern angesichts der hohen Mahlungskosten eine Manipulation, die, ohne den Nährwert wesentlich zu erhöhen, die Gestehungskosten außerordentlich steigert. Will man an Schweine zu einer Zeit, in der grüner Klee usw. nicht mehr zur Verfügung steht, getrocknetes Rauhfutter verabfolgen, so empfiehlt es sich, entweder Gras und Klee in ganz jungem Zustande, in dem noch keine Verholzung eingetreten ist, zu verwenden, oder getrockneten Klee auszudreschen und die anfallenden zarten Anteile zu verfüttern. Werden derartig gewonnene Pflanzenteile vor der Verfütterung angebrüht, so wird damit das äußerste erreicht, was auf dem Wege der Zubereitung erzielt werden kann. Erfolge, die darüber hinausgehen, verdanken ihre Entstehung ungenauer Beobachtung oder Spekulation.

Heidekrautmehl. Vom Kriegsausschuß für Ersatzfutter wird Heidekrautmehl in verschiedenen Qualitäten hergestellt. Heidekrautmehl I enthält angeblich nur die Blätter, Blüten und feinsten Stengelteile von dem vor dem Mahlen künstlich getrockneten Heidekraut. Nr. II weist dagegen mehr verholzte Anteile auf. Von der Heidekrautart und dem jeweiligen Anteil verholzter Stengel ist naturgemäß der Nährwert des Heidekrautes abhängig[2]) und muß in weiten

[1]) Landw. Versuchsstationen 88. Bd., 1916, S. 260.

[2]) Den Unterschied im Nährwert der einzelnen Bestandteile des Heidekrautes zeigen sehr schön die Untersuchungen M. Schmoegers (Ill. landw. Zeitung 35. Jahrg., 1915, S. 647). Der genannte Forscher teilte getrocknetes Heidekraut in 3 Teile: I. Blätter, Blüten und Samen und den feinsten Ästchen von Nähnadelstärke, II. feinere Ästchen bis zur Stricknadelstärke, III. große Stengel. Bei der Untersuchung dieser Teile erhielt er folgende Zahlen (in Prozenten):

	Rohprotein	Rohfett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfaser	Asche	Sand
I. Blätter usw. . . .	8,0	8,8	52,7	25,5	5,0	2,8
II. Feine Stengel . . .	3,5	3,7	43,6	47,7	1,5	0,4
III. Grobe Stengel . .	2,4	1,7	40,0	55,0	0,9	0,2

Grenzen schwanken: Je mehr verholzte Anteile im Heidekrautmehl enthalten sind, um so höher steigt der Gehalt an unverdaulicher Rohfaser, und um so geringer ist der Nährwert des Fabrikates. Aber auch ein Heidekrautmehl, das nur die zarteren Anteile enthält und in seiner Zusammensetzung ungefähr dem Heidekrautmehl I des Kriegsausschusses für Ersatzfutter entspricht, erreicht in seiner Nährwirkung mittleres Wiesenheu kaum, wie Respirationsversuche von G. Fingerling[1]) zeigen. Das zu diesen Versuchen verwandte Heidekrautmehl hatte folgende, auf Trockensubstanz bezogene Zusammensetzung:

93,30 %	Organische Substanz	9,82 %	Ätherextrakt
7,42 „	Rohprotein	23,15 „	Rohfaser
7,07 „	Reineiweiß	6,70 „	Asche.
52,91 „	Stickstofffreie Extraktstoffe.		

Davon wurden von 2 Hammeln, mit denen die Versuche zur Ausführung kamen, verdaut:

Organische Substanz . .	39,80 %	Stickstofffreie Extraktstoffe	61,96 %
Rohprotein	11,74 „	Ätherextrakt	24,42 „
Reineiweiß	7,42 „	Rohfaser	5,89 „

Die niederen Verdauungswerte, ganz besonders aber derjenige des Ätherextraktes und der Rohfaser zeigen das Trügerische der Beurteilung nach dem Gehalte an Rohnährstoffen. Da der Ätherextrakt hauptsächlich aus unverdaulichen Harzen besteht, ist seine schlechte Verdauung erklärlich. Der sehr niedrige Verdauungswert für die Rohfaser rührt von den holzigen Bestandteilen her, die mit vermahlen wurden. — Dieser mäßigen Verdauung entsprechen auch die Ansatzwerte, die beim Respirationsversuch erhalten wurden. Es kamen von 100 g Trockensubstanz nur 38,14 Cal zum Ansatz entsprechend einem Stärkewert von 16,0 g. Dieser Ansatz kommt ungefähr demjenigen eines sehr mäßigen Wiesenheues gleich. — Eine etwas bessere Ausnützung zeigte das Heidekrautmehl, das F. Honcamp[2]) zu seinen Versuchen als Heidekrautmehl I zur Verfügung gestellt worden war. Dieses Produkt hatte — auf Trockensubstanz berechnet — folgende Zusammensetzung:

90,37 %	Organische Substanz	9,05 %	Ätherextrakt
6,60 „	Rohprotein	21,16 „	Rohfaser
6,49 „	Reineiweiß	9,63 „	Asche.
53,56 „	Stickstofffreie Extraktstoffe.		

Davon wurden von 2 Hammeln verdaut:

Organische Substanz . .	49,1 %	Ätherextrakt	20,4 %
Rohprotein	10,3 „	Rohfaser	19,2 „
Stickstofffreie Extraktstoffe	70,7 „		

Den vorgeführten Zahlen zufolge wird man auch diesem Heidekrautmehl

---

[1]) Noch nicht veröffentlicht.

[2]) Landw. Versuchsstationen 91. Bd., 1918, S. 223.

kaum den Nährwert mittleren Wiesenheues zubilligen können. — Berücksichtigt man auch hier die durch die künstliche Trocknung und Mahlung entstehenden Erzeugungskosten, so wird man der Herstellung dieses Mehles um so weniger eine kriegswirtschaftliche Berechtigung beimessen können, als das Heidekraut ebensogut in ungemahlenem Zustande zur Fütterung verwandt werden kann. Nach den Beobachtungen von Major Trompler[1]) — die von G. Fingerling bestätigt wurden — bei einem großen Pferdebestande fressen Pferde das unpräparierte Heidekraut vollkommen aus. Sie nagen die leicht verdaulichen Anteile ab und lassen die holzigen Teile zurück, die alsdann zur Einstreu Verwendung finden können. — Bei richtiger Würdigung dieser Sachlage wird man daher auch bei dem Heidekrautmehl zu dem Ergebnis kommen, daß eine Mahlung unrentabel sein muß. Da das gemahlene Heidekrautmehl I vom Kriegsausschuß für Ersatzfutter ferner für die Ernährung der Schweine angepriesen wird, sei darauf hingewiesen, daß seine Verfütterung an diese Tierart nicht nur wirkungslos bleiben muß, sondern auch den Nähreffekt des Grundfutters schädigen kann. Daß das vom genannten Kriegsausschuß als Heidekrautmehl II hergestellte Produkt, das überwiegend Holz- und Stengelteile enthält, ohne jede Daseinsberechtigung ist, bedarf keines besonderen Hinweises.

Schilfrohrmehl wird aus dem in Teichen, Sümpfen, Seen und feuchten Wiesen oft massenhaft wachsenden Schilfrohr (Arundo phragmites) hergestellt. Wird das Schilfrohr in jugendlichem Zustande — jedenfalls vor der Blüte — geschnitten und am Gewinnungsort verwandt, so würden gegen die Verwendung von Schilfrohr zu Fütterungszwecken kaum Bedenken bestehen, wenn nicht der häufige starke Befall mit Rost, Brandpilzen und Mutterkorn daraus ein immerhin ziemlich gefährliches Futter machen würde. Das junge Schilfrohr wird von Pferden, Rindvieh und Schafen gern verzehrt, namentlich wenn es künstlich getrocknet worden ist, wodurch der dem Schilfrohr anhaftende fischige Geruch beseitigt und auch die Bekömmlichkeit wesentlich gesteigert wird. Meistens wird aber nicht das junge Schilfrohr zur Herstellung eines Mehles verarbeitet, sondern altes, überständiges, dessen Nährwert infolge der eingetretenen Verholzung ein geringer ist. Während junges Schilf Anfang Juni geschnitten einen Rohfasergehalt von 25—30% in der Trockensubstanz aufweist, zeigt überständiges Schilf einen solchen von 40—45%. Die Verdaulichkeit von Schilfrohr dieser Qualität hat F. Honcamp[2]) festgestellt und dabei gefunden, daß sich dieselbe bei den meisten Nährstoffen sehr niedrig stellt und Winterhalmstroh in dieser Richtung nicht übersteigt. Bei einem solch niederen Nährwert rentiert selbstverständlich weder eine künstliche Trocknung noch die Verarbeitung zu einem Mehl.

Renntierflechte. Im Jahre 1915 wies C. Jacoby[3]) daraufhin, daß die Renntierflechte (Cladonia rangiferina) in Deutschland sehr verbreitet sei und in

---

[1]) Mündliche Mitteilung.

[2]) Landw. Versuchsstationen 90. Bd., 1917, S. 114.

[3]) Die Flechten Deutschlands und Österreichs als Nähr- und Futtermittel. Tübingen 1915.

ausgedehnten dicken Lagern in manchen Gegenden massenhaft vorkomme. Er machte dabei auf die Angaben Leunis aufmerksam, denen zufolge die Renntierflechte nicht nur für die Renntiere, sondern auch für Schweine und Rindvieh im Norden als Futtermittel benutzt werde und als solches sehr nahrhaft sei, so daß man den Wert eines Zentners Renntierflechte 3 Zentnern Kartoffeln gleichsetze. Die Erwartungen, die man nach diesen Erfahrungen, sowie im Hinblick auf die leichte Verzuckerbarkeit der Flechtenstärke (Lichenin) und Flechtenrohfaser mittels verdünnter Salzsäure auf die Renntierflechte als geeignetes Ersatzfuttermittel glaubte setzen zu dürfen, haben sich indessen nach Prüfung des Nährwertes durch Respirationsversuche, die G. Fingerling[1]) mit Hammeln und Schweinen ausführte, und zu denen Material diente, das Herr Prof. Jacoby-Tübingen im Allgäu sammeln zu lassen die Freundlichkeit hatte, leider nicht bestätigt. Die verfütterte Renntierflechte hatte folgende Zusammensetzung (auf Trockensubstanz berechnet):

98,68%	Organische Substanz	2,07%	Ätherextrakt
5,08 „	Rohprotein	35,53 „	Rohfaser
4,66 „	Reineiweiß	1,31 „	Asche.
56,00 „	Stickstofffreie Extraktstoffe.		

Davon wurden verdaut von 4 Hammeln:

Organische Substanz . .	16,47%	Ätherextrakt . . .	37,31%
Rohprotein	—	Rohfaser	6,87 „
Stickstofffreie Extraktstoffe	25,49 „		

In Ansehung dieser sehr niedrigen Verdauungswerte kann es nicht überraschen, daß nach Zulage von 250 g Renntierflechte zu einem Erhaltungsfutter kein Ansatz in Erscheinung trat. Die in der Renntierflechte enthaltene nutzbare Energie war denn auch den Ergebnissen der Respirationsversuche nach zu schließen so gering, daß sie zur Bewältigung der Kau- und Verdauungsarbeit aufgebraucht wurde. Die Hammel setzten bei Darreichung von Grundfutter 108,9 Cal an, nach Beifütterung von 250 g Renntierflechte 106,2 Cal, mithin denselben Betrag. — Viel ungünstiger gestalteten sich noch die Verhältnisse, als die Renntierflechte an Schweine verfüttert wurde. Diese Tierart vermochte von den Nährstoffen der Renntierflechte überhaupt nichts aufzulösen. Die Beigabe von Renntierflechte in mäßigen Gaben (250 g pro Tag und Kopf) zog im Gegenteil die Verdaulichkeit des Beifutters in Mitleidenschaft, so daß davon nach Zulage der Renntierflechte weniger verdaut wurde, als ohne dieses Futtermittel, wie aus folgender Übersicht hervorgeht. Es wurden verdaut:

	Ohne Renntierflechte	Mit Renntierflechte
Organische Substanz	1094,2 g	1079,0 g
Rohprotein	143,5 „	120,4 „
Stickstofffreie Extraktstoffe . . .	886,4 „	881,1 „

[1]) Noch nicht veröffentlicht.

	Ohne Renntierflechte	Mit Renntierflechte
Fett	15,5 g	18,8 g
Rohfaser	37,1 „	39,5 „
Asche	29,0 „	27,5 „
Reineiweiß	98,6 „	74,6 „

Der nachteilige Einfluß der Beifütterung von Renntierflechte erstreckte sich natürlich auch auf den Ansatz. Die Respirationsversuche, die mit den beiden Schweinen ausgeführt wurden, ergaben einen Ansatz von 1707,7 Cal ohne Renntierflechte und einen solchen von nur 1297,9 Cal nach Beigabe von 250 g dieser Flechtenart. — Zu denselben Ergebnissen bezüglich der Verdaulichkeit der einzelnen Bestandteile der Renntierflechte kamen A. Morgen[1]) und seine Mitarbeiter, die folgende Verdauungskoeffizienten erhielten:

Organische Substanz	13,5 %
Rohprotein	—
Stickstofffreie Extraktstoffe	19,1 „
Rohfett	10,1 „
Rohfaser	14,2 „

Auch F. Honcamp[2]) hat die Verdaulichkeit von 2 Renntierflechtensorten geprüft und bei der einen, anscheinend älteren Sorte niedrigere, bei der anderen anscheinend jüngeren Flechte etwas höhere Zahlen gefunden, die aber auch noch so niedrig liegen, daß sie an dem Ergebnis der Versuche von A. Morgen und G. Fingerling nichts ändern. Aus den vorgeführten Versuchen geht jedenfalls mit Deutlichkeit hervor, daß der tierische Organismus über keine Fermente verfügt, um die Flechtenstärke (Lichenin) spalten zu können, ein Ergebnis, das mit den Befunden E. Salkowskis[3]) im Einklang steht, der weder nach Behandlung der Flechten mit Pankreatin noch nach Einwirkung von Speichel Zucker nachweisen konnte, während das Lichenin sowohl wie die Flechtenrohfaser nach Hydrolyse mit verdünnter Salzsäure reichlich Glukose bildeten. Auch die Bakterien im Pansen und Darm der Wiederkäuer vermögen die Flechtenstärke und die Rohfaser der Renntierflechte nicht anzugreifen, wie die niedrigen Verdauungswerte zeigen, die von sämtlichen Versuchsanstellern sowohl für die stickstofffreien Extraktstoffe wie für die Rohfaser gefunden wurden. Es haben sich mithin leider die auf die Renntierflechte gesetzten Hoffnungen nicht erfüllt.

Küchenabfälle. Schon vor dem Kriege wurde durch den Rittergutsbesitzer Colsman die Verwertung der Küchenabfälle angestrebt. Unter der Bezeichnung „Melkogen" brachte der Genannte ein Futtermittel in den Handel, das aus einer Mischung getrockneter und gemahlener Küchenabfälle und Melasse bestand. Während des Krieges wurde die Verwertung von Speiseresten und Küchenabfällen durch Bundesratsverordnung vom 16. Juli 1916 geregelt und

---

1) Landw. Versuchsstationen 89. Bd., 1916, S. 271.

2) Ebenda 91. Bd., 1918, S. 239.

3) Zeitschrift für physiologische Chemie 104. Bd., 1919, S. 105.

ihre Sammlung und Ablieferung an die Reichsgesellschaft für deutsches Milchkraftfutter G. m. b. H. allen Städten von mehr als 40000 Einwohnern zur Pflicht gemacht. Die genannte Reichsgesellschaft verarbeitet die ihr gelieferten Speisereste und sonstigen Küchenabfälle zu Milchkraftfutter, d. h. die genannten Abfälle werden getrocknet und gemahlen. Ihre Verdaulichkeit hat G. Fingerling[1]) durch Fütterungsversuche mit Hammeln bestimmt. Die zu diesen Versuchen verwandten Speisereste, die von der Reichsgesellschaft für deutsches Milchkraftfutter geliefert worden waren, zeigten folgenden Gehalt an Nährstoffen (auf Trockensubstanz bezogen):

71,28 %	Organische Substanz	1,02 %	Fett
15,88 „	Rohprotein	7,50 „	Rohfaser
14,34 „	Reineiweiß	28,72 „	Asche.
46,88 „	Stickstofffreie Extraktstoffe.		

Davon wurden verdaut:

Organische Substanz . .	62,52 %	Fett . .	78,36 %
Rohprotein	33,14 „	Rohfaser .	14,18 „
Reineiweiß	25,97 „	Asche . .	5,74 „
Stickstofffreie Extraktstoffe	77,57 „		

Hieraus berechnet sich nach den früher vorgeführten Grundsätzen (S. 169) ein Stärkewert von ca. 40 %. Andere Proben, die der Versuchsanstalt Möckern aus den Kreisen der landwirtschaftlichen Praxis zur Untersuchung eingesandt worden waren, zeigten vielfach einen überaus hohen Aschen- und Sandgehalt, der sich daraus erklärt, daß die Speisereste nicht sorgsam gesammelt und vom Hausmull getrennt aufbewahrt worden waren. Andere Proben ließen erkennen, daß die Abfälle bei zu hohen Temperaturen getrocknet worden waren, so daß ein großer Teil der organischen Substanz verkohlt war. Wenn daher auf dem hier beschrittenen Wege ein brauchbares Futtermittel gewonnen werden soll, so ist das nur möglich, wenn die Abfälle gewaschen und bei solchen Wärmegraden getrocknet werden, die keine Verkohlung herbeiführen. Inwieweit durch diese Temperatur Toxine und Ptomaine, die in die Küchenabfälle durch verdorbene tierische und pflanzliche Produkte geraten können, zerstört werden, steht noch dahin. Es will uns überhaupt scheinen, daß die gesammelten Küchenabfälle zu geringwertig sind, als daß sie eine solch' kostspielige Gewinnungsart (Sammeln, Versenden, Waschen, Trocknen und Mahlen) vertragen können. Es dürfte daher die Verwertung der Küchenabfälle durch Kleinviehbesitzer wenigstens für normale Zeiten die rentabelste sein.

Mischfuttermittel. Unter der Bezeichnung Blutfutter resp. Heidemehl-Blutmelassefutter wird vom Kriegsausschuß für Ersatzfutter ein Mischfuttermittel hergestellt, das aus 50 % Melasse, 12 % Blutmehl, 18 % Heidemehl I und 20 % Heidemehl II besteht. Garantiert wird darin ungefähr 14,5 % Rohprotein und Fett und ungefähr 24 % Zucker, herrührend aus der Melasse. Das Futtermittel soll besonders für Pferde und Wiederkäuer geeignet sein. Für

---

[1]) Noch nicht veröffentlicht.

Schweine ist es infolge des hohen Rohfasergehaltes vom Heidemehl herrührend nicht besonders geeignet. Angesichts des großen Eiweißmangels, der sich während des Krieges geltend gemacht hat, bleibt es unverständlich, wie das wertvolle Blutmehl durch eine derartige Mischung verschleudert werden konnte. Es wäre der landwirtschaftlichen Praxis viel mehr gedient, wenn das Blutmehl in unvermischtem Zustande, oder mit anderen Komponenten als mit Heidekrautmehl vermischt zur Verfügung gestellt worden wäre.

Pansenmischfutter besteht aus 40% getrocknetem Panseninhalt, 30% Melasse, 17% Tierkörpermehl und 13% Kartoffelpülpe. Der Nährwert dieses Gemisches besteht nicht in dem Gehalt an Panseninhalt, der der Mischung den Namen gegeben hat, sondern im Tierkörpermehl, in der Melasse und in der Kartoffelpülpe, denn der Mageninhalt, wie er in Kriegszeiten in den Schlachthöfen anfällt, hat nicht einmal Strohwert, und seine Trocknung, Vermahlung und Vermischung ist futtertechnisch wie volkswirtschaftlich vollkommen ungerechtfertigt. Diese Tatsache geht außer aus den Untersuchungen der Versuchsanstalt Möckern mit unvermischtem Panseninhalt, auch aus den Ergebnissen der Fütterungsversuche hervor, die A. Morgen[1]) und seine Mitarbeiter mit der obigen Mischung erhalten haben. Die Verdaulichkeit der Rohfaser betrug hierbei nur 24% und der Stärkewert stellte sich trotz der Beimischung obiger vollwertiger Futtermittel auf nur 41,1 kg pro 100 kg Mischfutter. Noch niedrigere Verdauungswerte für die Rohfaser erhielt G. Fingerling[2]), der eine Rohfaserverdaulichkeit von 13,6% und einen Stärkewert von 37 fand. Es hätte sich daher leicht für die bei der kostspieligen Mischung verwandte Melasse und besonders für das Tierkörpermehl eine rationellere Verwertung finden lassen.

Eiweißersatzfuttermittel. Der Mangel an Eiweiß, der sich infolge Fehlens der ausländischen eiweißreichen Kraftfuttermittel zeigte, machte es wünschenswert, Ersatzfuttermittel für diesen unentbehrlichen Nahrungsbestandteil zu beschaffen. Abgesehen von der stärkeren Nutzbarmachung und Verwertung von gefallenen Tieren, Blut und sonstigen fleischlichen Produkten hat man die in der Leimindustrie verarbeiteten Rohmaterialien durch Bundesratsverordnung erfaßt und die Herstellung leimartiger Futtermittel dem Kriegsausschuß für Ersatzfutter übertragen. In Betracht kamen hierbei hauptsächlich die in den Knochen enthaltenen leimgebenden Substanzen und das Leimleder (Subkutis, Unterhautzellgewebe). Ferner wurde die in den Kadaververwertungsanstalten anfallende Leimbrühe zu einem Futtermittel verarbeitet.

Was den Wert der leimhaltigen Futtermittel betrifft, so haben wir bereits früher (S. 132) gezeigt, daß der Leim in der Tat eine weitgehende eiweißsparende Wirkung ausüben kann. Es muß daher das Bestreben, durch Bereitstellung leimhaltiger Futtermittel die Eiweißnot zu lindern, nur gutgeheißen werden. Der Leim kann, wie die Versuche von G. Fingerling (S. 134) mit aller Deutlichkeit gezeigt haben, unter Verhältnissen die Erzielung eines normalen

---

[1]) Landw. Versuchsstationen 89. Bd., 1917, S. 274.

[2]) Noch nicht veröffentlicht.

Stickstoffansatzes noch herbeiführen, unter denen ohne Beifütterung von Leim dieser Erfolg ausgeblieben wäre. Voraussetzung hierbei ist aber stets, daß eine gewisse Mindestmenge echter Eiweißstoffe in der Ration enthalten sein muß, die der Leim nicht zu ersetzen vermag. Wir haben auch bereits den Grund für diese Erscheinung mitgeteilt (S. 135): Es fehlen dem Leim gewisse Eiweißbausteine (Tyrosin, Tryptophan, Cystin), die bei der Eiweiß-Synthese notwendig sind. N. Zuntz[1]) hat nun vorgeschlagen, diese im reinen Zustande schwer zu beschaffenden Aminosäuren durch Hydrolyse von Hornmehl, das besonders reich an Tyrosin und Cystin ist, zu gewinnen. Der genannte Forscher hat die Beobachtung gemacht, daß Nierenreizungen nach Leimfütterung verschwinden, sobald dem leimhaltigen Futtermittel Hornmehl, das mittels gespannter Wasserdämpfe teilweise zerlegt worden ist, beigemischt wird. Die Beobachtung, daß durch Beifütterung von Leim Albuminurie verursacht wird, ist aber von anderen Forschern nicht gemacht worden, auch wird bestritten, daß durch bloßes Dämpfen von Hornmehl eine in Betracht kommende Freilegung der gewünschten Aminosäuren stattfindet. Hansen[2]) konnte denn auch weder bei seinen Schweinemastversuchen noch bei der Verfütterung von hornmehlhaltigem und hornmehlfreiem Leim an Milchvieh einen Unterschied feststellen. Da diese Frage aber nur durch genaue Stoffwechselversuche geprüft werden kann, bei denen die Stickstoffeinnahme und Stickstoffausgabe ermittelt wird, dahingehende vergleichende Untersuchungen mit hornmehlhaltigem und -freiem Leim nicht vorliegen, ist die Notwendigkeit der Hornmehlbeigabe noch unentschieden. Diese Frage bedarf daher noch weiterer experimenteller Klärung.

Vom Kriegsausschuß für Ersatzfutter sind außer dem getrockneten und gemahlenen Leim, aus Leimleder und aus der in den Kadaververwertungsanstalten anfallenden Leimbrühe verschiedene Sorten leimhaltiger Futtermittel hergestellt worden. Von diesen sollen besprochen werden 1. Eiweißsparfutter, auch Eiweißersatz genannt, 2. Leimkraftfutter (Leimleder), 3. Leimgallertefutter.

Eiweißsparfutter besteht aus 80 Gewichtsteilen gemahlenem und getrocknetem Knochenleim, 10 Gewichtsteilen gemahlenen und entfetteten Knochen und 10 Gewichtsteilen Hornmehl. Es hat ungefähr folgende Zusammensetzung: 12,0% Wasser, 80,0% stickstoffhaltige Leimsubstanz, 8,0% Asche. Mit diesem Leimfabrikat hat A. Morgen[3]) Verdauungsversuche mit Hammeln ausgeführt und dabei die bekannte hohe Verdaulichkeit des Leimes bestätigt gefunden. Des weiteren sind Fütterungsversuche mit diesem Ersatzfuttermittel von Richardsen[4]), Ahr[5]) und Hansen[6]) mit Schweinen ausgeführt worden, die die weitgehende eiweißsparende Wirkung des Leimes bestätigen und die praktische Brauchbarkeit des Eiweißersatzes im Rahmen einer eiweißarmen Mastration beweisen. Ebenso

---

[1]) Berliner Klin. Wochenschrift Nr. 2, Jahrg. 1917.
[2]) Mitteilungen der D. L.-G. Jahrg. 1918, Stück 4 und 8.
[3]) Landw. Versuchsstationen 89. Bd., 1917, S. 281 und 92. Bd., 1919, S. 61.
[4]) Landw. Jahrbücher 50. Bd., 1916, S. 349.
[5]) Landw. Jahrbuch für Bayern 1917, Heft 8.
[6]) Mitteilungen der D. L.-G. 1918, Stück 4, S. 42.

hat sich dieses Eiweißsparfutter als teilweiser Ersatz des Eiweißes bei der Ernährung der Milchtiere als recht brauchbar erwiesen, wie die dahingehenden Versuche von Hansen[1]) sehr schön dartun.

Leimkraftfutter besteht aus dem getrockneten, entfetteten und gemahlenen Unterhautzellgewebe (Leimleder), das nach verschiedenen Verfahren hergestellt wird. Die Zusammensetzung ist von Hansen[2]) wie folgt gefunden worden: 7,08 % Wasser, 56,06 % stickstoffhaltige Stoffe, 3,97 % Rohfett, 36,60 % Asche. Der hohe Aschengehalt deutet darauf hin, daß entweder ungereinigtes Material verarbeitet worden ist, wie das in den Scheidemandelschen Werken tatsächlich der Fall ist, oder daß dem Leimleder entfettetes Knochenmehl zugemischt wurde. — Mit dem Leimledermehl sind eine ganze Reihe von Fütterungsversuchen ausgeführt worden, bei denen allerdings Produkte der verschiedensten Herkunft Verwendung gefunden haben. W. Ellenberger[3]), Hansen[2]) und G. Fingerling[4]) haben es mit gutem Erfolg an Schweine verfüttert, Gerlach[5]) an Milchkühe mit dem Ergebnis, daß es sich als ein recht brauchbares Futtermittel hierfür erwies. A. Morgen[6]) stellte die hohe Verdaulichkeit des nach dem Baderschen Patent gewonnenen Leimleders fest. G. Fingerling[7]) ermittelte den Stickstoffansatz zweier Leimlederfabrikate im Vergleich zu reinem Leimpulver. Alle Versuche, die mit dem Leimledermehl der verschiedensten Herkunft ausgeführt worden sind, haben die weitgehende eiweißsparende Wirkung des darin enthaltenen Collagens resp. Leimes einwandfrei erwiesen. Dem reinen Leim ist das Leimleder in seiner Wirkung überlegen, weil es je nach der Behandlungsart wechselnde, aber immerhin in Betracht kommende Mengen echter Eiweißstoffe enthält. Aus den Untersuchungen von A. Morgen und seinen Mitarbeitern geht hervor, daß die stickstoffhaltigen Bestandteile des Baderschen Leimledermehls zu 84,2 % aus leimgebender Substanz und zu 15,8 % aus Eiweißstoffen bestehen. Dieses Ergebnis wurde von G. Fingerling bestätigt, ist auch ohne weiteres erklärlich, wenn man berücksichtigt, daß im Unterhautzellgewebe Körpereiweiß enthalten ist resp. ihm in Form von Fleisch, Sehnen usw. anhaftet.

Knochenkraftfutter. Das unter dieser Bezeichnung in den Verkehr gebrachte Leimfuttermittel ist durch Mischung von Scheidemandelschem Eiweißersatz, Leimledermehl und entfettetem Knochenmehl gewonnen worden. Die erste ausgegebene Mischung bestand aus 13½ Teilen Eiweißersatz, 25 Teilen Leimledermehl und 61½ Teilen entfettetem Knochenmehl. Diese Mischung bewährte sich infolge des zu hohen Gehaltes an Knochenasche nicht, und es wurde daher ein Mischungsverhältnis gewählt, in dem der Gehalt an Knochenmehl wesentlich

---

[1]) Mitteilungen der D. L.-G. 1918, Stück 8, S. 99.
[2]) Ebenda 1918, Stück 4, S. 42.
[3]) Berliner Tierärztl. Wochenschrift 1915, Nr. 32.
[4]) Siehe S. 134.
[5]) Deutsche Landw. Presse 43. Jahrg., 1916, S. 229.
[6]) Landw. Versuchsstationen 89. Bd., 1917, S. 284.
[7]) Siehe S. 134.

herabgesetzt wurde. Das gegenwärtig ausgegebene Knochenkraftfutter besteht aus 45% Eiweißersatz, 45% Leimkraftfutter und 10% Knochenmehl. Vom physiologischen Gesichtspunkte aus besteht für die Herstellung einer derartigen Mischung um so weniger Veranlassung, als bereits Scheidemandelscher Eiweißersatz ein knochenmehlhaltiges Mischprodukt darstellt. Die weitere Beigabe von 10% Knochenmehl bedeutet zudem eine Verschwendung, weil der Bedarf der Tiere an phosphorsaurem Futterkalk bereits durch das in dem Scheidemandelschen Eiweißersatz enthaltene Knochenmehl vollauf gedeckt ist.

Das Leimgallertefutter wird in der Weise gewonnen, daß die bei der Kadaververwertung anfallende Leimbrühe durch Getreidespelzen zur Aufsaugung gelangt und die Mischung alsdann getrocknet wird. Nach Zugabe von Heidekraut und Melasse entsteht dann schließlich folgende Mischung: 50% Spelzspreu, 15% Heidekraut, 10% Melasse und 25% Leimgallertefutter. Der hohe Gehalt dieses Futtermittels an Spelzspreu und der relativ geringe Gehalt an Leim würde die Bezeichnung Spelzfutter rechtfertigen. Die Bezeichnung Leimgallertefutter ist irreführend. Im übrigen bedarf es keines Nachweises, daß der hohe Gehalt des Futters an Spreu das Gemisch zu einem höchst fragwürdigen Futtermittel macht.

XII. Viehpulver und andere Geheimmittel.

Begleitet von der Anpreisung, die Verdauung zu fördern, eine besonders hohe Ausnützung und Verwertung des Futters bei der Mast- und Milchproduktion zu gewährleisten, die Tiere zu kräftigen und Krankheiten zu verhindern wie zu heilen, werden noch in der Gegenwart zahlreiche Freß-, Mast- und Milchpulver unter zumeist vielversprechender Bezeichnung angeboten und finden in den Kreisen der kleineren Landwirte leichtgläubige Abnehmer. Gewöhnlich bestehen diese Geheimmittel aus irgend welchen billigen, nicht selten verdorbenen vegetabilischen Abfällen, denen mehr oder weniger (bis zu 50%) Viehsalz, etwas Schwefelantimon, gestoßener Schwefel, Glaubersalz, doppelt kohlensaures Natron, Kohle, Knochenmehl, Knochenasche usw. zugesetzt und zur Verbesserung des Geschmackes und Geruches Fenchel, Anis, Bockshornklee, Wacholderbeeren, Enzianwurzel, Johannisbrot, Süßholz, besonders häufig Kehricht aus Apotheken und Drogenfabriken beigemischt sind. Von keinem dieser Mittel ist bis jetzt glaubwürdig nachgewiesen, daß die Anpreisungen, mit denen sie an den Mann gebracht werden, auf reeller Grundlage beruhen, immer aber hat die unbestochene Untersuchung nachgewiesen, daß der geforderte Preis in schwindelnder Höhe über dem Handelswert der Mischungsbestandteile dieser Pulver steht. Oft ist wahrgenommen worden, daß dasselbe Mittel aus derselben „Fabrik“ zu verschiedenen Zeiten geliefert, ganz verschieden zusammengesetzt war, Beweis dafür, daß, wenn bei der Herstellung gelegentlich der eine Mischungsbestandteil ausgeht, man einfach etwas tiefer in einen anderen Sack hineinlangt oder etwas anderes anschafft.

Wäre es möglich, durch Beigabe irgendwelcher Stoffe die Verdauung des Futters zu erhöhen oder bei gleichbleibender Ernährung die tierische Produktion

zu fördern, so wäre dieser Weg längst erkannt und Gemeingut aller geworden; denn seit mehr als einem halben Jahrhundert ist man in allen zivilisierten Ländern der Erde mit Studien über die Vorgänge der Ernährung beschäftigt; man hat gelernt, Fragen dieser Art mit Sicherheit zu lösen, nirgends hat man aber damit Erfolg gehabt, die Verdauungs- und Produktionskraft gesunder Tiere durch eines der genannten Mittel zu steigern. Was aber ernsten Fachmännern nicht gelang, das wollen viele Dutzende von Geheimmittelfabrikanten ohne jede Untersuchung herausgefunden haben! Daß dem so sei, wird ihnen gegen klingenden Lohn von sogenannten Sachverständigen immer bereitwillig bescheinigt. Und was die Hauptsache ist, ihre Vorspiegelungen werden geglaubt, und die Zaubermittel werden gekauft. Es ist die dringliche Aufgabe aller derer, die sich des Vertrauens ihrer Berufsgenossen erfreuen, vor der Verwendung der Geheimmittel zu warnen und minder Einsichtige aufzuklären.

Dritter Teil.

Die Fütterung der Nutztiere unter den Verhältnissen der landwirtschaftlichen Praxis.

Erstes Kapitel.

Allgemeine Verhältnisse. — Stärkewerte. — Versuchsanstellung in der Praxis.

Wie wir früher gesehen haben, sind weder die Vorgänge bei der Lebenserhaltung der Tiere, noch die stofflichen Umlagerungen und Zersetzungen, welche bei der Erzeugung von Fleisch, Fett und Kraft stattfinden, an ein starres Verhältnis der einzelnen Nährstoffgruppen im Futter gebunden. Wir haben erfahren, daß die tierische Wärme, die Muskelkraft und das Körperfett sowohl aus dem Eiweiß, wie aus den Fetten und den Kohlenhydraten erzeugt werden können, und daß durch eine reichliche Zufuhr von stickstofffreien Nährstoffen selbst der Bedarf an Nahrungseiweiß sich bis zu einem gewissen Grade einschränken läßt, ohne daß hierdurch den Funktionen des Organismus Eintrag geschieht. Diese Vielseitigkeit in dem Vermögen des Tieres, die Nährstoffe zu verwenden, und der Spielraum, der somit für die Zusammensetzung der Nahrung gelassen ist, sind für die wirtschaftlichen Maßnahmen bei der Fütterung von größter Wichtigkeit und ermöglichen, namentlich insoweit die zuzukaufenden Futtermittel in Frage kommen, eine rationelle Ausnutzung der Marktlage. Sind beispielsweise die Erzeugungs- und Anschaffungskosten für das verdauliche Eiweiß dieselben wie für verdauliche Kohlenhydrate, so fällt es nach allem nicht ins Gewicht, wenn man den Tieren mehr Eiweiß reicht, als sie unbedingt nötig haben;[1]) denn da das Eiweiß sowohl Wärme und Kraft, wie auch Glykogen und Fett zu liefern vermag, so kann es innerhalb gewisser Grenzen die Kohlenhydrate und Fette vertreten. Wenn sich jedoch die wirtschaftlichen Verhältnisse und die Marktlage so gestalten, daß für das verdauliche Eiweiß ein erheblich höherer Preis angelegt

---

[1]) Auf den Düngewert der Ausscheidungen einzugehen, ist hier nicht beabsichtigt.

werden muß wie für die Kohlenhydrate, so würde man gezwungen sein, mit ersterem Nährstoff tunlichst haushälterisch umzugehen und den Tieren nur dasjenige Maß davon zuzuführen, mit dem sich das angestrebte wirtschaftliche Ziel noch sicher erreichen läßt. Aus dieser Forderung erwächst uns die Aufgabe, jene untere Grenze der Eiweißzufuhr für die verschiedenen Tiergattungen und Fütterungszwecke aufzusuchen und festzulegen.

Fette und Kohlenhydrate können sich im Futter so vertreten, daß auf 1 Teil verdauliches Fett in den gemischten Rationen durchschnittlich 2,2 Teile verdauliche Kohlenhydrate zu rechnen sind, ein Verhältnis, das sowohl für das Fettbildungsvermögen (S. 153, 159) dieser beiden Stoffgruppen, als auch für die Fähigkeit derselben, Kraft zu erzeugen (S. 209), Geltung hat. Vom rein physiologischen Standpunkte aus erscheint der Vertretung dieser beiden Stoffe kein Ziel gesetzt zu sein, denn es lassen sich Tiere sowohl mit fettfreier, wie mit kohlenhydratfreier Nahrung dauernd nicht bloß am Leben, sondern auch auf ansehnlicher Höhe ihrer Leistungen erhalten. Bei der Fütterung landwirtschaftlicher Nutztiere darf jedoch nicht außer acht bleiben, daß das Nahrungsfett, über ein gewisses Maß hinaus zum Verzehr gebracht, appetitvermindernd wirkt, Verdauungsstörungen hervorruft und daher den Erfolg der Fütterung in Frage stellen kann. Erfahrungsgemäß ist mit einer Zufuhr von etwa 1 kg verdaulichem Fett auf 1000 kg Lebendgewicht bei den erwachsenen Pflanzenfressern die obere Grenze des Zulässigen erreicht, während jüngere Tiere in ihren ersten Entwicklungsperioden erheblich größere Fettmengen gut vertragen.

Unter den übrigen Bestandteilen des Futters kommen außer den Mineralstoffen nur noch die Stickstoffsubstanzen nicht-eiweißartiger Natur in Betracht, denen zwar keine direkte Wirkung auf den Ansatz von Körpersubstanz oder auf die Kraftproduktion innezuwohnen scheint, von denen aber einige wenigstens bei den Wiederkäuern eine geringe Eiweißersparnis herbeiführen und dazu in Rationen von ausnahmsweise niedrigem Proteingehalt einer schlechten Verdauung der Kohlenhydrate vorbeugen können. Von der Berechnung der Nährstoffzufuhr selbst haben wir sie auf Grund unserer früheren Darlegungen (S. 124 ff.) ausgeschlossen.

Eiweiß, Fett und Kohlenhydrat stellen die drei Nährstoffgruppen dar, welche bei hinreichender Wasser- und Mineralstoffzufuhr die Lebenderhaltung und die tierische Produktion vermitteln. Ihre Mengenverhältnisse allein sind jedoch keine vollständige Grundlage für die Futterzumessung. Letztere hat vielmehr auch Rücksich zu nehmen auf die Verschiedenheiten der Produktionskraft, die wir für die einzelnen Futtermittel kennen gelernt haben. Wir haben ja gesehen, wie verschieden sich die Ölkuchen gegenüber den Kleien, die Rübenschnitzel gegenüber den Kartoffeln, die Körnerarten gegenüber den Abfällen technischer Gewerbe und die rohfaserreichen Heu- und Stroharten gegenüber allen übrigen Futtermitteln verhalten. Wollte man auf dem Standpunkte verharren, der bislang eingehalten worden ist, und die verdaulichen Nährstoffe einander gleichwertig setzen, gleichgültig, ob sie aus Stroh oder Körnern usw. stammen, so würden wir gewaltige Fehler machen. Auch genügt es nicht, die Rohfaser aus der Reihe der produk-

tiven Nährstoffe als wertlos einfach zu streichen und alle übrigen Futterbestandteile so zu behandeln wie vordem, denn auch in diesem Falle setzen wir uns erheblichen Irrtümern aus. Die Rohfaser hat eben in einzelnen Fällen einen negativen Wert, d. h. sie bedarf eines größeren Kraftaufwandes zu ihrer Verdauung und Verarbeitung, als sie selbst dem Tiere zuführt; in anderen Fällen aber gelangt sie ebenso vollkommen zur Wirkung, wie die Kohlenhydrate von höchstem Nährwert. An der geringen Wirkung mancher Futtermittel trägt zudem keineswegs die Rohfaser oder die Kauarbeit allein die Schuld, sondern es spielen, wie angegeben, dabei noch zahlreiche andere Verhältnisse mit, die wir noch gar nicht übersehen können. So spielt anscheinend bei den Pflanzenfressern die Art der Futtermittel und die Reihenfolge ihrer Darreichung auf den Ablauf und die Intensität der Gärungsprozesse und somit auf den Grad der Verwertung der Futterstoffe eine Rolle, überhaupt es liegen hier so verwickelte und so wenig geklärte Verhältnisse vor, daß man vorläufig darauf angewiesen ist, den Gesamtwert eines jeden Futtermittels und ganze Rationen auf experimentellem Wege festzustellen und das so erzielte Ergebnis als Grundlage bei Futterberechnungen zu benützen. Kennt man den Gehalt an verdaulichem Eiweiß und die gesamte produktive Wirkung des verdaulichen Teiles eines jeden Futtermittels oder einer Futtermischung, so kommt man, wie wohl niemand bestreiten wird, mit diesen beiden Werten ein gutes Stück weiter, als mit der bloßen Kenntnis des Gehaltes an verdaulichen Nährstoffen. Es fragt sich nun, wie man die produktive Wirkung eines Futtermittels oder einer Ration am zweckmäßigsten ausdrücken soll. Man könnte hier verschiedene Wege einschlagen und 1. den Ansatz, welchen das betreffende Futter, über den Erhaltungsbedarf hinaus gereicht, zu bewirken vermag, in Wärmewerten angeben, ein Maß, das aber wenig geläufig ist und unnötig hohe Zahlen in die Berechnung hineinträgt. Man könnte 2. diesen Ansatz (Fett und Fleisch), wie es S. 169 geschehen ist, auf Körperfett umrechnen und die so gewonnenen Zahlen benützen, aber auch dieses Verfahren erscheint insofern wenig geeignet, als es zu Mißdeutungen Veranlassung geben und bei manchem die Meinung erwecken könnte, es käme überall und immer nur auf die Fetterzeugung an. Man kann 3. die gesamte energetische Wirkung eines Futters so ausdrücken, als ob nur ein einziger vollwertiger Nährstoff zum Verzehr gebracht würde, und dieser Weg erscheint dem Verfasser als der gangbarste, obwohl er im Grunde genommen mit den beiden anderen Ausdrucksweisen dem Sinne nach identisch ist. Am geeignetsten, weil von dem bisher geübten Verfahren am wenigsten verschieden, ist es zweifellos, die in Rede stehende Wirkung so umzurechnen, als ob der wirksame Teil des Futters nur aus Stärkemehl bestände. Dieses Verfahren, die Rechnung mit **Stärkewerten**, wollen wir befolgen, dabei aber nicht außer acht lassen, daß dem **verdaulichen Eiweiß** besondere Funktionen zukommen, die von anderen Nährstoffen nicht geleistet werden können. Demzufolge werden wir überall außer dem Stärkewert, welcher sämtliche verdauliche Nährstoffe einschließt, noch die Menge des darin enthaltenen Eiweißes angeben. Auf diesem Wege vereinfachen wir die Berechnung der Rationen in willkommener Weise, es wird

überflüssig, sich bei jedem Futtermittel die Frage vorzulegen, ob man für die verdauliche Rohfaser nur 80%, 50% oder noch weniger rechnen soll oder ob im einzelnen Falle sonstige Abzüge von den verdaulichen Nährstoffen zu machen sind.

Den Stärkewerten, welche wir in die Berechnung der Futterrationen einfügen, liegen, wie hervorgehoben werden muß, die auf exaktem Wege direkt beobachteten Produktionswerte zugrunde. War z. B. für einen Ölkuchen gefunden worden, daß 100 kg desselben einen Ansatz von 19,0 kg Körperfett (einschl. Fleisch) bewirken, so ist der Stärkewert auf einfachem Wege zu finden. Wir haben erfahren, daß 1 kg Stärkemehl 0,248 oder rund 0,25 kg Körperfett zu liefern vermag, und haben daher den obigen Ansatz von 19,0 kg Fett nur mit 4 zu multiplizieren, um den Stärkewert des Ölkuchens, d. i. 76,0 kg, zu erhalten. Umgekehrt läßt sich aus dem Stärkewert durch Division mit 4 der Ansatz, als Körperfett ausgedrückt, finden. — Freilich verhehlt sich der Verfasser nicht, daß in der Kenntnis der Produktionswerte der Futtermittel noch manche Lücken bestehen, immerhin aber erstreckt sich die Zahl der direkten Beobachtungen auf typische Vertreter aller Futtermittelgruppen (S. 163—173) und ist kaum geringer als z. B. die Zahl der Ausnützungsversuche, welche bei der Einführung der Rechnung mit verdaulichen Nährstoffen vorlag. Das berechtigt zu der Hoffnung, daß das vorgeschlagene Verfahren der Futterberechnung, welches der Eigenart der einzelnen Futtermittel volle Gerechtigkeit widerfahren läßt, sich nutzbringend erweisen und mehr befriedigen wird, als das auf dem Prinzip der Gleichwertigkeit der verdaulichen Nährstoffe aufgebaute bisherige Verfahren namentlich wenn, wie zu erwarten steht, durch weitere Untersuchungen dieser Art die bisher erlangten Ergebnisse vertieft und die allgemeine Gültigkeit der bislang erhaltenen Zahlen kontrolliert und sichergestellt sein wird.

Wie schon mehrfach hervorgehoben, genügt die Kenntnis der Stärkewerte allein nicht, um aus einer Anzahl gegebener Futtermittel eine zweckentsprechende Ration zusammenzusetzen. Bei der eigenartigen Stellung, welche das Eiweiß unter den Nährstoffen einnimmt, und bei den Unterschieden im **Eiweißbedarf**, die je nach dem Alter der Tiere und der Produktionsrichtung hervortreten, muß auch der Gehalt der Futtermittel an diesem Nährstoff, sowie diejenige Eiweißmenge bekannt sein, welche das angestrebte physiologische und wirtschaftliche Ziel sicher erreichen läßt. Um in dieser Richtung die Beschaffenheit der einzelnen Futtermittel, wie auch der zu verabreichenden Nährstoffmischungen rasch und bequem überblicken zu können, bediente man sich bisher eines Zahlenausdruckes, des sogenannten Nährstoffverhältnisses, welches anzeigte, welche Mengen verdauliche stickstofffreie Stoffe auf einen Teil verdauliches Rohprotein entfielen. Damit man hierbei nur zwei Zahlen einander gegenüberzustellen brauchte, rechnete man das Fett auf Kohlenhydrat um und setzte, entsprechend der Sauerstoffmenge, welche zur vollständigen Verbrennung dieser beiden Stoffe notwendig ist, 1 Teil Fett gleich 2,44 Teilen Kohlenhydrat. Entfielen auf 1 Teil Rohprotein 5—6 Teile stickstofffreie Nährstoffe, so nannte man dieses Verhältnis (1:5—6) ein mittleres und bezeichnete Verhältnisse von 1:2—4 als eng, solche von 1:8—12 und darüber als weit.

Die neueren Untersuchungen über die Wirkung der einzelnen Futterbestandteile lassen es in mehrfacher Hinsicht wünschenswert erscheinen, das Verhältnis der Nährstoffe auf etwas anderer Grundlage zu berechnen. Einmal deckt sich der Sauerstoffverbrauch bei der Oxydation von Kohlenhydrat oder Fett keineswegs mit dem Wirkungswert dieser Stoffe und ist nicht einmal ein genauer Maßstab für die Wärmeproduktion; andrerseits schließt ja das Rohprotein, das die Einheit des Nährstoffverhältnisses bildet, in den stickstoffhaltigen Stoffen nicht-eiweißartiger Natur eine Stoffgruppe ein, der unter den hier in der Regel in Frage kommenden Verhältnissen eine umfangreiche, auf die Fleisch-, Fett- oder Kraftproduktion gerichtete Wirkung gar nicht zu eigen ist. Da wir aber Futterberechnungen anstellen, nicht um den Sauerstoffverbrauch oder die Wärmeerzeugung in gewissen Grenzen zu halten, sondern um den Tieren Material für die Erzeugung von Körpersubstanz, Milch, Muskelkraft usw. zu liefern, so haben wir die Grundlagen der Rechnung in erster Linie in den Produktionswerten der einander gegenüberzustellenden Nährstoffgruppen zu suchen. Wir sind daher gezwungen, die nicht-eiweißartigen Stickstoffverbindungen vorläufig ganz außer Betracht zu lassen und das Wertverhältnis zwischen Kohlenhydrat und Fett mit der wirklichen Leistung dieser beiden Stoffgruppen in Einklang zu bringen. Wie schon dargelegt, stellt sich dieses Verhältnis so, daß ein Teil Fett gleichwertig mit 2,2 Teilen Kohlenhydrat ist. — Auf diesen Grundlagen berechnen wir hinfort die Menge verdauliche stickstofffreie Substanz (als Kohlenhydrat), welche auf einen Teil verdauliches Reineiweiß entfällt,[1]) und bezeichnen dieses Verhältnis als „Eiweißverhältnis“.

Die Berücksichtigung der Produktions- bezw. Stärkewerte darf selbstverständlich ebensowenig wie die Rechnung mit verdaulichen Nährstoffen dazu führen, die Bekömmlichkeit der einzelnen Futtermittel, welche man zu einer Ration vereinigen will, außer acht zu lassen. Niemand hat es bis jetzt geleugnet — und wir sind am wenigsten geneigt dies zu tun —, daß bestimmte Futterstoffe einzelnen Tiergattungen nicht oder nur in mäßigen Gaben dargeboten werden dürfen, während andere selbst in großen Gaben gut vertragen werden. Wir empfehlen daher, diesen Punkt bei Futterberechnungen ebenso zu berücksichtigen wie unsere Futtermaße, und verweisen im einzelnen auf die Angaben, welche über diese Verhältnisse im allgemeinen (S. 222), sowie bei der Beschreibung der Futtermittel (im II. Teile) im besonderen gemacht worden sind.

Die Schmackhaftigkeit der Rationen, welche die Aufnahme einer genügenden Futtermenge sichert, ist ein weiterer Punkt, gegen welchen namentlich bei der Produktionsfütterung nicht verstoßen werden darf. Um die Tiere zur Aufnahme einer großen Ration zu bewegen, bedienen wir uns besonderer, früher beschriebener Zubereitungsmethoden (S. 277) und halten darauf, daß die Nahrung

---

[1]) Gesetzt, es enthielte irgend ein Futtermittel oder eine ganze Ration in 100 Teilen der verdaulichen Stoffe: 9 Teile Rohprotein, wovon 1 Teil Nicht-Eiweiß, 2 Teile Fett und 60 Teile stickstofffreie Extraktstoffe und Rohfaser, so berechnet sich das Eiweißverhältnis wie folgt

$$9 - 1 : 2 \times 2{,}2 + 60 = 8 : 64{,}4 = \mathbf{1 : 8{,}05}.$$

nicht zu eintönig ist, sondern daß in der Mannigfaltigkeit der dargebotenen Futtermittel ein Anreiz zum Verzehr dauernd erhalten bleibt. Zeitweilig kann man freilich selbst wählerische Tiere bei der Mast oder der Milchproduktion mit einem Gemisch nur zweier Futterstoffe auf der Höhe der Produktion halten; dauernd aber geht es ohne eine mannigfaltiger zusammengesetzte Ration nicht ab. Eine solche Vereinigung mehrerer Futterstoffe zu einer Ration bietet nicht bloß hinsichtlich der Schmackhaftigkeit, sondern auch noch in anderer Richtung Vorteile. Ist eines der Futtermittel in diätetischer Beziehung nicht ganz einwandfrei, so wird es, einer Tagesration in kleiner Menge zugesetzt, oft ganz gefahrlos bleiben. Ferner ist nicht von der Hand zu weisen, daß große Gaben eines und desselben Futtermittels eine dem letzteren spezifische Bakterienflora im Futterbrei zur Entwicklung bringen, die leichter zu Störungen führen kann, als wenn man in kleineren Mengen verschiedenartiger Futterstoffe die verschiedenartigsten Kleinwesen aussät und so dafür sorgt, daß im Kampfe ums Dasein nicht einzelne Arten die Oberhand gewinnen. Namentlich wichtig ist es in dieser Hinsicht, nicht bloß einseitig stärkemehlreiche, zucker- oder pektinreiche Futterstoffe zu einer Ration zu vereinigen, sondern in den einzelnen Komponenten der Ration solche zu berücksichtigen, welche die stickstofffreien Nährstoffe in recht verschiedenartiger Form darbieten. Der Verfasser weiß aus seiner beratenden Tätigkeit, daß dieser Punkt mehr Aufmerksamkeit verdient, als ihm gewöhnlich zuteil wird. Endlich ist daran zu erinnern, daß große Gaben einzelner Futtermittel die Verdauungskraft des Tieres etwas zu einseitig in Anspruch nehmen. Es gibt Futterstoffe, die vornehmlich der Magen-, andere, die der Dünndarm- und wieder andere, welche mehr der Dickdarmverdauung anheimfallen. Eine Mischung aus mehreren Futterstoffen verteilt die Verdauung und Resorption gleichmäßiger auf die einzelnen Abteilungen des Verdauungsapparates und sichert daher die Ausnützung mehr, als eine Ration aus großen Mengen einzelner weniger Futterstoffe.

Eine zweckmäßig zusammengesetzte Ration muß ferner dem Fassungsvermögen der Verdauungswege angepaßt sein. Nimmt sie so wenig Raum ein, daß die Tiere nicht satt werden, so erfüllt sie ihren Zweck nicht vollständig, denn es greift dann unter den Tieren Beunruhigung Platz, welche die Produktion herabsetzt; die Tiere verzehren in solchen Fällen die mit den Entleerungen vermischten Einstreumittel, nagen an den Krippen und Ständen und geben deutlich zu erkennen, daß zu ihrem Wohlbehagen etwas fehlt. Es darf aber auch umgekehrt die Ration nicht so voluminös sein, daß sie auf die Dauer nicht bewältigt werden kann und dann bei mangelhafter Nährstoffaufnahme ein Rückgang in der Produktion eintritt. Einen ungefähren Anhalt für das zu verabreichende Futtervolumen geben die den Futternormen beigefügten Mengen an Trockensubstanz, die im Durchschnitt pro Tag und 1000 kg Lebendgewicht zu reichen sind. Die Zahlen dieser Art sollen selbstverständlich nicht streng zu befolgende Vorschriften sein, sondern nur im allgemeinen andeuten, ob im einzelnen größere oder geringere Gaben von Rauhfutterstoffen am Platze sind und wie sich das Verhältnis dieser Futterbestandteile zu den übrigen

Komponenten der Ration ungefähr stellen sollte. Abweichungen von diesen Beträgen um 10% und mehr haben nicht viel zu bedeuten, sofern man die Tiere an das veränderte Futtervolumen allmählich gewöhnt. Ausschlaggebend für die Wahl eines mehr oder weniger voluminösen Futters wird immer in erster Linie die Art und Menge derjenigen selbst geernteten Futterstoffe sein, die man in der eigenen Tierhaltung zu verwerten gezwungen ist. Je nach diesen Vorräten hat man auch zu entscheiden, ob man sehr hoch verdauliche oder solche Futterstoffe zukaufen soll, die durch einen größeren Gehalt an unverdaulichen Bestandteilen das Volumen der Ration in der erforderlichen Richtung ergänzen. Wenn in besonders ungünstigen Jahren freilich ganz unzulängliche Mengen Heu bezw. Stroh geerntet werden, so läßt sich in der eben angedeuteten Weise nicht zureichende Abhilfe schaffen, und man ist dann darauf angewiesen, sich die zur Sättigung der Pflanzenfresser so notwendigen Füllstoffe auf anderem Wege zu verschaffen. Man greift dann zum Reisigfutter, Heidekraut, Stechginster, Kartoffelkraut usw. Sehr geeignet erscheint dem Verfasser für diesen Zweck das braune, noch nicht weit vertorfte Torfmoos zu sein, das mit ein wenig verdünnter Melasse oder Rohrzuckerlösung getränkt, fast den gesamten unverdaulichen Teil der Rauhfutterstoffe zu ersetzen vermag. Gegenüber den großen Verlusten, unter denen in Zeiten der Futternot eine Verringerung des Viehstandes vorgenommen werden muß, treten die Bedenken, die unter anderen Verhältnissen gegen die Verabreichung unverdaulicher Stoffe sprechen, hier ganz in den Hintergrund.

Über die Notwendigkeit der Kochsalzzufuhr, welche hier zu berühren wäre, haben wir uns bereits (S. 176) ausgesprochen. Man rechnet als täglichen Bedarf auf ein Rind mittleren Gewichts 20—50, auf ein Pferd 15—25 und auf ein Schaf oder Schwein 4—8 g und teilt diese Gaben am besten dem Futter zu, weil von Salzlecksteinen leicht zuviel aufgenommen wird. Bei sehr reichlichen Gaben schwer verdaulicher Futtermittel kann man über die genannten Grenzen hinausgehen und dem Rinde bis zu 80 und den Schafen bis zu 12 g täglich reichen; das ist aber das Maximum dessen, was zulässig ist.

Bei jeder Änderung der Fütterung ist ein allmählicher Übergang einzuhalten. Die Nichtbeachtung dieser wichtigen Regel rächt sich oft schwer, indem infolge unvermittelten Ersatzes eines Futtermittels durch ein anderes sich Verdauungsstörungen, dauernder Widerwille gegen das neue Futter, mangelhafte Freßlust und andere Nachteile einstellen. Schon eine größere Veränderung des Volumens der Rationen kann zu Beschwerden führen, indem sich Magen und Darm nicht rasch genug den neuen Verhältnissen anpassen, denn die natürliche Ausdehnungsfähigkeit der Verdauungswege hat eine Grenze, die sich nur allmählich verschieben läßt. So schrumpfen bei dauerndem Verzehr kleiner Futtermengen diese Organe allmählich ein und werden ungeeignet für die plötzliche Aufnahme großer Massen; bei allmählicher Steigerung des Futtervolumens dagegen dehnen sich die Verdauungsorgane durch Wachstum ihrer Wandflächen wieder aus und bieten dann Raum für größere Futtermengen. Ähnlich verhält sich der Organismus auch beim eigentlichen Futterwechsel.

Ein jeder Futterstoff hat seine Besonderheiten, nicht bloß in der Art der Nährstoffe, dem Feuchtigkeits- und Salzgehalte und der ihm anhaftenden Sporen der Mikroorganismen, sondern auch in seiner Wirkungsweise auf das Nervensystem. Gegen störende Einflüsse, welche von einzelnen dieser Sondereigenschaften ausgehen, kann der Organismus Schutzmaßregeln schaffen, sofern er nicht durch einen plötzlichen Einbruch schädlicher Kräfte überrascht wird. Er verträgt selbst tödliche Mengen von Giftstoffen (Arsenik, Rizinusgift, Nikotin usw.), wenn ihm durch allmähliche Einführung der Gifte nur Zeit gelassen wird, sich die nötigen Gegenmittel selbst zu bereiten. Angewöhnung nennen wir es im gewöhnlichen Leben, was in dieser Richtung der Organismus leistet, und angewöhnen muß sich auch das Tier an jedes neue, mit abweichenden Eigenschaften ausgerüstete Futter. Bei jedem Futterwechsel, beim Übergang von der Stall- zur Weidefütterung und umgekehrt, beim Beginn der Klee- und Grasfütterung, bei der Einführung von Wurzelgewächsen, Sauer- oder Gärfutter in die Ration, beim Wechsel des Kraftfutters, beim Ersatz des alten Heues oder Hafers durch frischgeerntete Stoffe gleicher Art, beim Beginn der Melassefütterung, bei jeder Änderung der Zubereitungsmethoden usw. ist daher eine Angewöhnungszeit einzuhalten, deren Dauer um so reichlicher bemessen werden muß, je abweichender die Eigenschaften des neuen Futters vom alten sind.

Die Tagesrationen, welche bei der Fütterung des Nutzviehes Anwendung finden, sind in der Regel so groß, daß sie auf mehrere Mahlzeiten verteilt werden müssen. Eine solche Verteilung ist auch vom Standpunkte des Stoffverbrauchs aus gerechtfertigt. Nach jeder Mahlzeit, welche den Bedarf überschreitet, wird die Oxydation in den Geweben angefacht, es steigt die Kohlensäureausscheidung, und das Tier produziert unmittelbar nach der Fütterung mehr Wärme als später. Bei der Unmöglichkeit, den so entstehenden zeitweisen Wärmeüberschuß im Körper aufzuspeichern, wird derselbe alsbald ungenützt durch Ausstrahlung oder in latenter Form im Wasserdampf entfernt. Dieser Abgabe von überschüssiger Wärme folgt vor der nächsten Fütterung eine Periode, in welcher nicht nur kein Überschuß, sondern unter Umständen ein Mangel an Wärme vorhanden sein kann, namentlich wenn bis zur nächsten Mahlzeit eine längere Zeit verstreicht oder die Umgebungstemperatur nicht hoch genug ist. Unter diesen Verhältnissen können daher solche Stoffe nur zur Wärmebildung verbraucht werden, die sonst — bei der Verteilung auf eine größere Zahl von Mahlzeiten — zur Produktion herangezogen werden. Hieraus folgt, daß die Wärmebildung und Wärmeausfuhr gleichmäßiger verlaufen und die verfügbaren Nährstoffe besser verwertet werden, wenn man den Tagesbedarf des Tieres nicht auf einmal, sondern in mehreren Mahlzeiten reicht. In Übereinstimmung hiermit ist denn auch von mehreren Forschern[1]) nachgewiesen worden, daß bei einmaligem Verzehr einer größeren Fleischmenge von Hunden etwas weniger Eiweiß

[1]) E. Adrian, Zeitschrift für physiol. Chemie 17. Bd., 1892, S. 628 und 19. Bd., 1894, S. 123; Fr. von Gebhardt, Archiv f. d. ges. Physiologie 65. Bd., 1897, S. 611; O. Krummacher, Zeitschr. f. Biologie 35. Bd., 1897, S. 481.

angesetzt wird, wie wenn die gleiche Nahrungsmenge auf mehrere Mahlzeiten verteilt wird. Zu diesen Vorteilen kommt bei der Nutzviehhaltung noch hinzu, daß bei öfterem Verzehr kleinerer Portionen dem Verstreuen des Futters durch die Tiere, ungenügendem Zerkauen[1]) und dem Auftreten von Verdauungsstörungen besser vorgebeugt ist. Das Volumen des Magens, das immer nur eine begrenzte Futtermenge faßt, sowie das Verhalten solcher Tiere, denen die Nahrungsaufnahme freigestellt ist, sprechen deutlich dafür, daß eine Verteilung der Tagesration auf 3, höchstens 4 bei erwachsenen Tieren, und auf 4—6 Mahlzeiten bei Jungvieh das Natürliche ist. Eine noch weitergehende Verteilung empfiehlt sich nicht, weil sie die Tiere allzu häufig beunruhigt und außerdem mit einem erhöhten Arbeitsaufwand verbunden ist. — Die Zeiten, die zwischen den einzelnen Mahlzeiten verstreichen, sollen mit Ausnahme der Nachtpause tunlichst gleich lang sein. Regelmäßigkeit in den Futterzeiten trägt jedenfalls nicht wenig zum Wohlbefinden und Gedeihen der Tiere bei.

Bei den einzelnen Mahlzeiten selbst verfährt man da, wo ein reichliches Futter zum Verzehr gebracht werden soll, so, daß man durch zweckmäßige Mischung des Wohlschmeckenden mit dem weniger Schmackhaften den Appetit rege erhält und diejenigen Bestandteile der Ration, welche am liebsten verzehrt werden, tunlichst bis zuletzt aufspart. Bei den Wiederkäuern und Pferden beginnt man daher ziemlich allgemein mit der Verabreichung von Rauh- und Grünfutter und reicht dann das Gemisch der event. mit Häcksel, Wurzelgewächsen usw. vermischten Kraftfuttermittel, wobei darauf zu halten ist, daß jede Portion möglichst vollständig verzehrt ist, bevor eine weitere Portion verabfolgt wird; zum Schluß legt man gern noch etwas Heu oder Stroh als „Abfutter“ vor. Im einzelnen kann man die Futterfolge selbstverständlich nach den verschiedensten Richtungen modifizieren, wenn nur der Hauptzweck, ein vollständiger Verzehr sowie eine vollkommene Verwertung ohne Beunruhigung des Viehes, erreicht wird.

Was schließlich die Versorgung der Tiere mit Wasser (S. 184) betrifft, so pflegt man die Rinder nach der Aufnahme des ersten Trockenfutters bei jeder Mahlzeit zu tränken und ihnen soviel Wasser von einer Temperatur von 9—15° C. darzubieten, als sie aufnehmen. Sind in der Ration viel wasserreiche Futtermittel (Schlempe, Rüben usw.) enthalten, so erfolgt das Tränken aus naheliegenden Gründen am besten nach der Mahlzeit. Bei Pferden scheint das Tränken vor der Fütterung den Vorzug zu verdienen, weil mehrfachen Beobachtungen zufolge Teile des verzehrten Kraftfutters (Hafer, Gerste, Schrot) aus dem gefüllten Magen in den Darm gespült und dann unvollständig verdaut werden, wenn das Wasser nach der Fütterung gereicht wird. Pferden, welche überhitzt sind, oder lange gedürstet haben, darf man Wasser nur mit größter Vorsicht und erst dann reichen, wenn sie sich einigermaßen abgekühlt haben und zu normaler Atmungs- und Pulsgeschwindigkeit zurückgekehrt sind. Solch erhitzten Tieren gibt man am besten erst etwas Heu, das man unter Umständen anfeuchten kann,

---

[1]) H. Weiske, Journal für Landw. 32. Bd., 1884, S. 337 und Landw. Versuchsstationen 41. Bd., 1892, S. 145.

und führt ihnen darauf in etwa viertelstündigen Pausen zuerst kleinere, allmählich steigende Portionen Wasser zu. Derartige Vorsicht ist auch bei Zugochsen am Platze, die stark in Anspruch genommen worden sind. Schafen, Schweinen und dem Jungvieh stellt man Wasser zu beliebiger Aufnahme zur Verfügung.

Zweckmäßige Zusammensetzung der Rationen unter Berücksichtigung der Schmackhaftigkeit und Bekömmlichkeit der einzelnen Futtermittel und des Volumens des Gesamtfutters, Pünktlichkeit in den Futter- und Tränkzeiten, Reinhaltung der Krippen und sonstigen Futtergefäße, körperliche Pflege der Tiere, ein gut ventilierter, mäßig warmer Stall bei reinlichem, trocknem Lager, das sind die Hauptbedingungen für den Erfolg der Fütterung unseres Nutzviehes.

Die Fragen, welche uns bei der Fütterung der Nutztiere entgegentreten, sind so zahlreich und so mannigfacher Art, daß trotz nunmehr 60—70 jähriger emsiger Forschungsarbeit noch viele der Beziehungen zwischen Nahrung und tierischer Leistung nicht klar genug erkannt worden sind. Nicht bloß Einzelfragen, etwa über die Wirkung dieses oder jenes noch wenig erprobten Futtermittels oder über den Wert der einzelnen Glieder größerer Nährstoffgruppen, sondern Dinge von allgemeiner und grundlegender Bedeutung sind es, die noch der Bearbeitung harren. Das Bedürfnis und die Absicht, tiefer in dieses Gebiet einzudringen, ist allenthalben vorhanden und gibt sich in der Versuchsarbeit kund, welche sowohl an den mit allen Hilfsmitteln ausgerüsteten Forschungsstätten, wie auch in der landwirtschaftlichen Praxis selbst geleistet wird. So vielgestaltig das zu bearbeitende Gebiet ist, so verschiedenartig sind auch die Mittel, welche ein weiteres Eindringen in dasselbe ermöglichen. Dem wissenschaftlich Geschulten und Erfahrenen bieten sich zwar vielerlei Wege, die zum gleichen Ziele führen, aber da es sich im Grunde stets um das Studium des Stoff- und Kraftwechsels im tierischen Organismus handelt, so ist auch er gezwungen, bei der Versuchsanstellung gewisse Voraussetzungen zu erfüllen, die den wesentlichen Teil der früher (S. 36 und 67) beschriebenen, allgemein befolgten Methoden bilden. Noch mehr wird sich derjenige an bestimmte Versuchsmethoden halten müssen, welcher über ausreichende wissenschaftliche Hilfsmittel oder Kräfte nicht verfügt. Gar viele Arbeit, die von dieser Seite auf dem Gebiete des Versuchswesens geleistet worden ist, ja man darf sagen: der bei weitem überwiegende Teil dieser Arbeit ist vergeblich gewesen, weil die dabei befolgten Methoden gerechten Anforderungen nicht genügten. Daß hier in der Tat die gröbsten Fehler begangen werden, wird bewiesen durch die endlosen Widersprüche, die zwischen den Ergebnissen gleichgerichteter, sogenannter praktischer Versuche auftreten; mit Recht darf behauptet werden, es gebe kein in der landwirtschaftlichen Praxis erlangtes Versuchsresultat, dem nicht das gerade Gegenteil aus anderen, ebensolchen Versuchen entgegengehalten werden könne. An diesem Mißstande trägt ganz gewiß die außerordentliche Vielartigkeit der betriebswirtschaftlichen Verhältnisse einen Teil der Schuld, die Hauptursache des Übels aber liegt in fehlerhafter Versuchsanstellung und der Betriebsamkeit, mit der die erlangten Ergebnisse der

staunenden Mitwelt verkündet werden. Es ist daher gewiß am Platze, die Methoden, welche bei „praktischen" Versuchen und Beobachtungen über Futterwirkungen zu befolgen sind, in ihren Hauptzügen hier zu skizzieren. Wir beschränken uns dabei zuvörderst auf die Darlegung der Punkte, welche bei Versuchen über Erhaltungsfütterung, Wollproduktion, Mästung und Arbeitsleistung von Wichtigkeit sind, und werden die Verhältnisse, die bei Versuchen über Milchproduktion in Frage kommen, später (Kapitel 7, Abschnitt 4) gesondert behandeln.

Die Bedingungen, unter denen ein Versuch angestellt wird, müssen so geartet sein, daß jedes Spiel des Zufalls ausgeschlossen ist. In erster Linie ist daher zu berücksichtigen, daß die individuelle Beschaffenheit der zum Versuch benützten Tiere das Ergebnis der Beobachtungen nicht berührt — eine Forderung, die von der allergrößten Wichtigkeit ist. Benützt man nur ein einziges oder nur einige wenige Tiere zu einem sogenannten praktischen Versuch, so läßt sich der individuelle Einfluß der Tiere auf das Ergebnis weder sicher wahrnehmen, noch in Berechnung ziehen. Bei wissenschaftlichen Arbeiten liegt die Sache in mancher Beziehung günstiger, weil hier durch die Erforschung aller Einzelheiten des Stoffwechsels oft bereits zu erkennen ist, in welcher besonderen Richtung die Eigenart des Tieres ausgeprägt ist und sich von den Verhältnissen anderer Tiere unterscheidet. Bei der Versuchsanstellung in der Praxis indessen, wo man die Wirkung verschiedenen Futters nur aus den Veränderungen des Lebendgewichts, oder aus der Menge und Güte eines einzigen Produktes beurteilen kann, und wo selbst diese Feststellungen mit Fehlern behaftet sind, da kommt man mit einem einzigen oder einer geringen Anzahl von Versuchstieren nicht zum Ziele. Wollte man sich trotz alledem in dieser Hinsicht stark einschränken und denselben Tieren etwa verschiedenes Futter nacheinander reichen, um die Wirkungen desselben zu vergleichen, so würden sich zu den Fehlern, die der Sonderbeschaffenheit der Tiere entspringen, noch andere hinzugesellen, die auf Änderungen des Ernährungszustandes beruhen. Verabreicht man nämlich verschiedene Rationen nacheinander, so kann je nach der Art und Menge der Nahrung bald ein Ansatz von Fleisch und Fett am Körper, bald eine Abgabe stattfinden und der Körper der Tiere daher nach Beendigung des einen Versuchsabschnittes eine ganz andere Beschaffenheit besitzen, als der Fütterungsweise der darauffolgenden Versuchsperiode entspricht; da sich aber nicht bloß der Erhaltungsbedarf, das Wachstum, die Fettablagerung, sondern auch das Vermögen Kraft zu erzeugen, das Wollwachstum und die Widerstandskraft gegen schädliche Einflüsse bis zu gewissem Grade nach dem jeweiligen Körperzustande richtet, so ist es klar, daß die Ergebnisse, welche in den einzelnen Abschnitten aufeinander folgender Versuche erlangt werden, nicht unter dem ausschließlichen Einflusse des gerade jeweilig gereichten Futters stehen, sondern auch von der vorausgegangenen Ernährung abhängen können. Versuche, die an den gleichen Tieren in verschiedenen aneinandergereihten Perioden ausgeführt werden, sind daher nicht immer eindeutig und zuverlässig.

Viel sicherer gelangt man zum Ziele, wenn man die Versuche an mehreren Gruppen von Tieren nebeneinander ausführt. Hauptbedingung ist selbst-

verständlich auch hier, daß man die individuelle Beschaffenheit der Versuchstiere tunlichst ausschaltet. Es gelingt dies, wenn man in jeder Gruppe eine größere Zahl Tiere — am besten 10 oder noch mehr — zusammenfaßt und bei der Gruppenbildung so zu Werke geht, daß jedes Tier der einen Gruppe in bezug auf Rasse, Form, Lebendgewicht, Alter usw. in jeder der anderen Gruppen ein möglichst vollständiges Ebenbild wiederfindet. Hat man derartige Gruppen zusammengestellt, so sind dieselben vor Beginn des eigentlichen Versuchs in einer vorbereitenden Fütterung zunächst auf ihre Vergleichbarkeit zu prüfen. Es geschieht dies, indem man einen genügend langen Zeitraum hindurch allen Tieren genau das gleiche Futter reicht und das Lebendgewicht von Zeit zu Zeit stets an je 3 aufeinander folgenden Tagen ermittelt. Zeigen sich hierbei noch geringe Unterschiede zwischen den Gruppen, so gelingt es, durch Austausch einzelner Individuen der einen mit solchen der anderen Gruppe sehr annähernd volle Gleichartigkeit herzustellen. Nachdem letzteres erreicht ist, beginnt der eigentliche Versuch, in welchem nun den einzelnen Gruppen das in seiner Wirkung zu vergleichende Futter gereicht wird.

Über die Art und Menge des Versuchsfutters lassen sich allgemeingültige Regeln nicht aufstellen, da dieser Punkt ja von der Art der Frage bestimmt wird, auf welche man die Antwort sucht. Im ganzen ist es notwendig, die Höhe der Rationen etwas unter den Angaben der weiter unten zu begründenden Fütterungsnormen zu halten, und zwar namentlich dann, wenn man die Wirkung einzelner Nährstoffe, Futtermittel oder Futtermischungen miteinander vergleichen will. Treibt man nämlich die Leistungsfähigkeit der Tiere durch sehr reichliche Nahrungszufuhr bis an die äußere Grenze oder führt man noch mehr Nahrung zu, als das Tier normalerweise zu verwerten vermag, so kann es sich ereignen, daß die Unterschiede in der Produktion trotz verschiedener Nahrung sehr gering, undeutlich oder ganz verwischt werden. Leichter und sicherer sind die Futterwirkungen sowohl bei der Aufzucht wie bei der Mästung und der Kraftproduktion immer wahrzunehmen, wenn man den produktiven Teil der Rationen nur auf etwa 75 % derjenigen Höhe bringt, welche in den Futternormen vorgesehen sind. — Wenn man verschiedene Futterstoffe oder sonstige Zulagen zu einem Grundfutter auf ihre Wirkung prüfen will, so ist es weiter unerläßlich, daß der Stärkewert des Grundfutters in den verschiedenen Gruppen nicht geändert wird. Wir haben ja erfahren, daß die Produktionskraft gleicher Nährstoffgruppen sehr wechselt, ein Umstand, der, da er bis jetzt nicht erkannt war, zu vielen falschen Schlüssen geführt hat. Gleiche Nährstoffmengen sichern eben keineswegs den gleichen Nähreffekt, es kommt dabei vielmehr auch auf die Wertigkeit des verdaulichen Materials, auf den Verarbeitungsaufwand und andere Verhältnisse an, die wir schon mehrfach berührt haben. Wenn z. B. bei einem Mästungsversuch Baumwollsaatmehl mit Palmkuchenmehl verglichen werden soll und man, um gleiche Nährstoffmengen zu verabreichen, den geringen Gehalt des Baumwollsaatmehls an stickstofffreien Nährstoffen durch Stroh oder Trockenschnitzel ausgleichen wollte, so würde das Versuchsergebnis sicher zuungunsten des Baumwollsaatmehls ausfallen, obgleich es lediglich der Minderwirkung der genannten

Zulagen zuzuschreiben ist. — Will man, um noch ein anderes Beispiel anzuführen, die Wirkung proteinreicher und proteinarmer Rationen miteinander vergleichen, so darf man z. B. nicht verschiedene Gemische von Erdnußmehl, Kleien und Stroh als Zulagen zu gleichem Grundfutter reichen, sondern man muß solche Futtermittel (z. B. Erdnußmehl und Roggen- und Weizenfuttermehl, Kartoffeln) wählen, deren verdaulicher Teil vollwertig ist; man würde sonst dem engeren Eiweißverhältnis von vornherein eine Überlegenheit zuteilen. Manches, was bis jetzt als „spezifische Wirkung" der Futtermittel ausgelegt worden ist, beruht auf der verschiedenen Wertigkeit der Nährstoffe und ist die Folge eines größeren Verarbeitungsaufwandes bei der Verdauung, Resorption und Assimilation (S. 163 bis 173). Die Berechnung des Nährstoffgehaltes und Stärkewertes der Rationen sollte sich zudem stets auf eine Analyse sämtlicher, zu dem Versuch benützten Futtermittel gründen, da eine bloße Schätzung des Gehaltes allzuleicht mit Irrtümern behaftet ist; auch sollte es niemals unterlassen werden, die Futterstoffe auf Unverdorbenheit zu prüfen. Die Rationen selbst sind auf einer guten Wage für jeden Tag genauestens auszuwägen und in solcher Reihenfolge bezw. Zubereitung zu verabfolgen, daß sie auch wirklich vollständig verzehrt werden und nicht etwa gar aus der Krippe direkt auf die Düngerstätte wandern. Jedweder unverzehrter Rest des zugeteilten Futters macht den Versuch unsicher bezw. unbrauchbar.

In sehr vielen Fällen, so bei Versuchen über Aufzucht, Mästung und Arbeitsleistung, bildet in der Praxis das Lebendgewicht das wichtigste, zuweilen das einzige Mittel, die Wirkung des Futters zahlenmäßig auszudrücken. Da nun infolge unregelmäßiger Kotausscheidung, Harnverhaltung, ungleicher Tränkwasseraufnahme das Gewicht der Tiere von einem Tage zum andern außerordentlichen Schwankungen unterworfen ist, so genügt es nicht, dasselbe nur alle Wochen oder alle 15 Tage einmal festzustellen, sondern es sind die Tiere in etwa 10—14tägigen Perioden stets 3 Tage hintereinander auf die Wage zu führen, am besten vor dem Morgenfutter. Dabei empfiehlt es sich, bei der Einrichtung der Gruppen gleich mit dem Wägen zu beginnen. Die erstmaligen Wägungen haben nämlich in der Regel wenig Wert, weil diese Prozedur anfänglich meist eine große Aufregung unter den Tieren des ganzen Stalles hervorruft. Bei täglicher Vornahme der Wägungen erreicht man es aber sehr bald, daß eine nennenswerte Beunruhigung nicht mehr Platz greift.

Die Dauer der Versuche sei nicht zu kurz bemessen. Zwei Monate erscheinen bei den Mast- und Arbeitstieren als das Minimum, besser aber noch ist es, sich auf eine längere Frist einzurichten und namentlich bei der Mästung die Gruppenfütterung auf die ganze Dauer der Mast bis zur Schlachtreife auszudehnen. Oft treten wichtige Erscheinungen, wie nachteilige Wirkungen des Futters, Veränderungen in der Freßlust, Stockungen in der Entwicklung wachsender Tiere, Erhöhung oder Verminderung der Lebhaftigkeit und Elastizität der Arbeitstiere erst dann hervor, wenn die Beobachtung sich auf einen längeren Zeitraum der Fütterung erstreckt.

Im übrigen müssen sämtliche Tiere zusammengehöriger Versuche gleich behandelt werden; es ist unerläßlich, wenn man die Wirkung eines Faktors, wie

des Futters deutlich hervortreten lassen will, daß dann alle übrigen, die Futterwirkung beeinflussenden Faktoren (Temperatur des Stalles und der Tränke, Salzgaben, Einstreu, Hautpflege usw.) genau gleich gehalten werden.

Die Sorgfalt, welche man nach dem Vorstehenden auf die Ausführung von Fütterungsversuchen zu verwenden hat, mag manchem vielleicht übertrieben und das Verfahren selbst allzu umständlich erscheinen. Ein jeder aber, der die Literatur über die Wirkungen des Futters beherrscht oder jemals selbst über die Ernährung der Nutztiere gearbeitet hat, wird erkannt haben, wie wechselvoll die Eigenart der Tiere und wie wandelbar der Erfolg einer bestimmten Fütterungsweise ist. Wer nicht alles aufbieten kann oder will, um die Sonderbeschaffenheit der Tiere und die zahlreichen Nebenumstände auszuschalten, welche die Wirkung des Futters mit beeinflussen, der überliefert seine Resultate dem Zufall und würde besser tun, das ungeheure Material unbrauchbarer Versuche nicht noch weiter zu vermehren.

Zweites Kapitel.

Das Erhaltungsfutter für Ochsen bei Stallruhe.

Die Fütterung der Arbeitsochsen während längerer Perioden der Stallruhe stellt die einfachste unter den Aufgaben dar, denen wir auf dem Gebiete der Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere begegnen. Wir haben es hier mit sozusagen geschlechtslosen Tieren zu tun, die nervösen Einflüssen wenig zugänglich sind und abgesehen von den geringen Mengen an Hautgebilden, Hufen und Hörnern weder Körpersubstanz neu zu erzeugen, noch nutzbare Arbeit zu leisten haben. Der Nahrung solcher Tiere fällt daher im ganzen nur die Aufgabe zu, einen Verlust an Leibessubstanz zu verhindern; dieselbe muß ausreichen, den natürlichen Wärmeverlust zu decken und gleichzeitig diejenige Menge Kraft zu erzeugen, welche für die Arbeit der Herz- und Atmungsmuskeln, sowie der Verdauungsorgane und für die wenigen sonstigen Bewegungen des Tieres notwendig ist; sie muß ferner das Material liefern für den Ersatz bezw. Zuwachs an Haaren und Hautsubstanz, Hufen und Hörnern. Dieses Ziel läßt sich selbstverständlich mit sehr verschiedenen Nährstoffmischungen erreichen, welche nur die Bedingungen zu erfüllen haben, daß eine gewisse Eiweißmenge nicht unterschritten wird. Ob man im übrigen viel oder wenig Eiweiß und Fett reicht oder anstatt dieser Nährstoffe Kohlenhydrate zuführt, erscheint vom physiologischen Standpunkte gleichgültig und ist daher nur von wirtschaftlichen Erwägungen abhängig.

In Anbetracht des geringen Kraftbedarfs ruhender Tiere ist es von vornherein ausgeschlossen, daß ein Zwang zur Verwendung solcher Futterstoffe bestehen könnte, welche viel dynamische Energie liefern bezw. vollwertig in dem früher dargelegten Sinne sind. Da der Wärmebedarf bei Stallruhe den Bedarf an Kraft sicher bedeutend überragt, so kommt man vielmehr mit solchen Futterstoffen, die viel thermische neben wenig dynamischer Energie liefern und zu denen

vor allem die Heu- und Stroharten gehören, vollständig aus. Es geht dies bereits aus älteren Versuchsreihen von W. Henneberg und F. Stohmann[1]) hervor, welche neben der Verdauung des Futters und den Lebendgewichtsveränderungen der Tiere auch den Eiweißansatz nach den von ihnen teilweise selbst ausgearbeiteten Methoden feststellten. Da aber zur Zeit jener Versuche weder die allgemeine Verbreitung der Stickstoffsubstanzen nicht-eiweißartiger Natur bekannt war, noch auch die Stickstoffverluste, welche bei der Vorbereitung der Kotproben für die Analyse entstehen, Berücksichtigung gefunden haben, so haftet den Ergebnissen aller dieser, sonst mit so ausgezeichneter Umsicht angestellten Versuche eine gewisse, wenn auch nur geringe Unsicherheit in den Verhältnissen des Eiweißverbrauchs und Eiweißansatzes an. Es kommt noch hinzu, daß in diesen Arbeiten auch der Verbrauch bezw. Ansatz an Körperfett nicht ermittelt worden ist und aus den bloßen Lebendgewichtsveränderungen sich keine sicheren Schlüsse darüber ableiten lassen, ob in den einzelnen Versuchsabschnitten Gleichgewicht zwischen den Einnahmen und Ausgaben bestanden hat oder nicht. Da diesen Forderungen später von anderen Forschern mehr entsprochen worden ist, so wollen wir vor allem die Ergebnisse dieser neueren Arbeiten ins Auge fassen.

Zunächst hat G. Kühn[2]) in den Jahren 1882—90 vier Versuchsreihen mit erwachsenen Schnittochsen ausgeführt, denen er teils Wiesenheu allein, teils ein Gemisch von Kleeheu und Haferstroh verabreichte. Die Untersuchung erstreckte sich dabei auf die sämtlichen Einnahmen und Ausgaben der Tiere, wobei der Pettenkofersche Respirationsapparat ausgedehnte Benützung fand. In derselben Weise hat dann später der Verfasser[3]) mit zwei Tieren (A und B) derselben Art gearbeitet und dabei auch den Energie-Verbrauch der Tiere festgestellt. Das Lebendgewicht der hierbei benützten Schnittochsen und die täglichen Rationen waren folgende:

Ochse Nr.	Lebendgewicht kg	Tagesrationen
I	718,5	10 kg Wiesenheu
II	632,4	desgl.
III	632,1	4,5 kg Kleeheu und 4,5 kg Haferstroh
IV	628,6	desgl.
V	602,1	9 kg Wiesenheu
VI	644,0	desgl.
XX	671,7	10 kg Wiesenheu
A	619,1	8,5 „ „
B	611,5	4 kg Wiesenheu und 5 kg Haferstroh.

Auf 1000 kg Lebendgewicht bezogen, stellte sich nach den direkten Beobachtungen der Gehalt dieser Rationen an verdaulichen Nährstoffen und der Ansatz bezw. Verbrauch an Fleisch und Körperfett pro Tag auf folgende Werte:

[1]) Beiträge zur Begründung einer rationellen Fütterung der Wiederkäuer, 1. Heft, Braunschweig 1860; 2. Heft, 1864 und Neue Beiträge usw., Göttingen 1870.

[2]) Landw. Versuchsstationen 44. Bd., 1894, S. 257.

[3]) Ebenda 47. Bd, 1896, S. 275.

Tier Nr.	Verdaute Nährstoffe				Ansatz (+) bezw. Verbrauch (—)	
	Eiweiß	Roh-fett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Roh-faser	an Fleisch[1])	an Körperfett
	kg	kg	kg	kg	g	g
I	0,53	0,11	3,82	2,46	—90	nicht bestimmt
II	0,58	0,12	4,13	2,79	—38	+167
III	0,35	0,10	3,52	2,65	—54	+139
IV	0,34	0,10	3,51	2,57	—57	+ 45
V	0,60	0,07	3,84	2,61	+48	+235
VI	0,57	0,07	3,76	2,55	+26	+263
XX	0,65	0,20	4,46	2,32	— 7	+158
A	0,56	0,18	4,38	2,04	+60	+227
B	0,28	0,12	3,85	2,78	—144	—172

Aus diesen Beobachtungen läßt sich nun zunächst das Eiweißminimum ableiten, dessen ruhende Ochsen bedürfen, um auf ihrem Fleischbestande zu bleiben. Überblickt man die Zahlen, so erkennt man, daß bei den Tieren Nr. V, VI, XX und A die unterste Grenze bei 0,55—0,65 kg verdaulichem Eiweiß erreicht war. Wurde weniger zugeführt, so büßten die Tiere Fleisch ein, am meisten der Ochse B, welcher bei einer Aufnahme von 280 g Eiweiß täglich 144 g Fleisch verlor; hier lagen überhaupt die ungünstigsten Verhältnisse auch insofern vor, als die zugeführten stickstofffreien Nährstoffe den Fettbestand am Körper nicht zu erhalten vermochten. Bei den Tieren I—IV reichte die Eiweißzufuhr nicht, obgleich die übrigen Nahrungsbestandteile noch einen geringen Fettansatz vermittelten.

Eine willkommene Bestätigung der hier beobachteten Minimalwerte für das verdauliche Eiweiß ist ferner einer größeren Untersuchungsreihe zu entnehmen, welche H. P. Armsby[2]) mit Schnittochsen ausgeführt hat (s. S. 148). Als Futter waren hier sehr verschiedene Mischungen von Rauhfutterstoffen mit Rüben, geringen Mengen Maisschrot, Ölkuchenabfällen usw. verwandt, sonst aber nur der Fleischansatz, nicht auch der Fettansatz bestimmt worden. Bei einem Futter mit einem Nährstoffverhältnis von etwa 1 : 11 war eine tägliche Gabe von 0,60 kg Eiweiß auf 1000 kg Lebendgewicht ausreichend, während jede Verminderung der Zufuhr unter dieses Maß einen Fleischverbrauch herbeiführte. Reicht man an stickstofffreien Nährstoffen jedoch mehr, als dem Verhältnis 1 : 11 entspricht, so setzen die Tiere Fett an und kommen, wie sowohl G. Kühn als auch H. P. Armsby fanden, mit einer selbst unter 0,5 kg liegenden Zufuhr an verdaulichem Eiweiß aus; bei 2 trockenstehenden Kühen ließ sich im dänischen Versuchslaboratorium[3]) sogar schon mit 0,20 bezw. 0,25 kg verdaulichem, ganz vor-

---

[1]) Wasser-, asche- und fettfrei.

[2]) The Maintenance Ration of Cattle. Bull. 42 of the Pennsylvania State College Exp. Station 1898, S. 165.

[3]) 63de Beretning fra den Kgl. Veterinär- og Landbohojskoles Lab. 1907, S. 28 u. 30.

wiegend aus Eiweiß bestehendem Rohprotein, das auf 1000 kg Lebendgewicht im täglichen Futter enthalten war, jedweder Fleischverlust vom Körper vermeiden. In Anbetracht jedoch der vielseitigen Funktionen, welche den Eiweißstoffen im Tierkörper zufallen, haben derartige proteinarme Rationen immer etwas Bedenkliches (S. 149) und sind nur ausnahmsweise in kürzeren, ganz arbeitsfreien Perioden anzuwenden.

Was nun das zur Erhaltung ruhender Tiere erforderliche Minimum an stickstofffreien Nährstoffen anbetrifft, so wird das Maß desselben jedenfalls von der verschiedenen Wertigkeit der Nährstoffe mitbestimmt. Soweit man den Bedarf mit vollwertigen Nährstoffen deckt, muß nach dem Gesetze Rubners (S. 106) vollkommene Vertretung nach isodynamen Werten stattfinden. Anders aber werden sich die Futterstoffe verhalten, welche besondere Anforderungen an die Kauarbeit stellen oder aus sonstigen Gründen nicht voll verwertet werden. In dieser Hinsicht haben wir aus den Untersuchungen H. P. Armsbys (S. 108) bereits erfahren, daß nicht die gesamte Wärme, welche aus den verdauten Nährstoffen frei wird, sondern von der nutzbaren Energie des Timotheeheues nur 63, von der des Maises nur 78% für zerfallende Körpersubstanz eintreten können. Wenn nun auch diese Ergebnisse nur in je einer einzelnen Versuchsreihe mit nur einem Tiere erlangt worden sind, so lassen sie doch schon erkennen, daß die Wärme, welche infolge der Kauarbeit, der Darmbelastung, der Verdauung und Verarbeitung der Nährstoffe entsteht, unter Umständen für die Erhaltung des Tieres nichts zu bedeuten hat und nur zur Erwärmung des Stalles beiträgt. Vielleicht verfügte das Tier bei den erwähnten Versuchen bereits über einen Wärmeüberschuß, empfing im Futter jedoch nicht die ganze, zur Lebenderhaltung erforderliche Menge dynamischer Energie und verbrauchte allein wegen dieses Mangels noch Körpersubstanz.

Wenn der Wärmebedarf eines Tieres durch die Zufuhr solcher Stoffe, die viel thermische Energie liefern, gedeckt ist, der Bedarf an dynamischer Energie aber noch fortbesteht und der Körpersubstanz entnommen wird, so werden sich die dem Tiere aus weiteren Futterzulagen zufließenden verdaulichen Nährstoffe nicht nach Maßgabe ihrer Menge, sondern nach ihrem Gehalte an dynamischer Energie vertreten müssen. Diese Folgerung wird durch mehrfache Beobachtungen gestützt. Schon aus der S. 443 gegebenen Übersicht der gegenwärtig vorliegenden Untersuchungen über das Erhaltungsfutter ist zu erkennen, daß bei Einführung rohfaserreicher Futterstoffe, wie des Haferstrohes, in die Rationen das Gleichgewicht zwischen Einnahmen und Ausgaben nicht so leicht zu erreichen ist, wie bei ausschließlicher Fütterung mit Wiesenheu. Wenn wir des weiteren die Zahl jener Versuche noch durch zwei (C^1 und C^2) ergänzen, die von Armsby mit Timotheeheu ausgeführt worden sind, und wenn wir weiter die Produktionswerte der gesamten Rationen berechnen, so finden wir bei der Gegenüberstellung einzelner Gruppen dieser Versuche folgendes:

Ochse Nr.	Verdauliche Nährstoffe Eiweiß kg	Fett kg	Stickstofffreie Extraktstoffe und Rohfaser kg	Ansatz (+) bezw. Verlust (—) an Fleisch kg	Körperfett kg	Produktionswert der Ration, Körperfett kg
Unzureichende Ernährung.						
III . . .	0,35	0,10	6,17	— 54	+139	1,00
IV . . .	0,34	0,10	6,08	— 57	+ 45	0,99
B . . .	0,28	0,12	6,63	—144	—172	1,13
C¹ . . .	0,42	0,21	6,58	— 6	+ 1	1,15
Durchschnitt	0,35	0,13	6,37	— 65	+ 3	1,07
Zureichende Ernährung.						
V . . .	0,60	0,07	6,45	+ 48	+235	1,26
VI . . .	0,57	0,07	6,31	+ 26	+263	1,16
XX . . .	0,65	0,20	6,78	— 7	+158	1,44
A . . .	0,56	0,18	6,42	+ 66	+227	1,36
C² . . .	0,54	0,28	7,26	+161	+ 37	1,26
Durchschnitt	0,59	0,20	6,64	+ 60	+184	1,30

Wenn man die bei den ungenügend ernährten Tieren B und C¹ gefundenen Zahlen mit denen der anderen besser gefütterten Tiere vergleicht, so erkennt man, daß die Summe der verdauten Nährstoffe weniger bestimmend auf den Gleichgewichtszustand der Tiere gewesen ist, als der Produktionswert der ganzen Ration. Es erscheint nicht immer ausreichend, neben der erforderlichen Menge verdaulichem Eiweiß noch 6,6 kg verdauliche stickstofffreie Nährstoffe zu verfüttern, sondern es muß auch auf die Wertigkeit der Nährstoffe Rücksicht genommen und eine Ration gegeben werden, welche im ganzen einen Produktionswert von 1,30 kg Körperfett, d. i. einen Stärkewert von 5,20 kg darstellt. Ein Beispiel hierzu lieferte neuerdings C. L. Beach[1]), der die Mengen von Maisschrot und Heu ermittelte, die zur Erhaltung trockenstehender Färsen gerade ausreichten; vom Heu waren 13,15, vom Maisschrot 6,25 amerikanische Pfund nötig und in ersterem Futter fanden sich 7,1, in letzterem nur 4,5 Pfund verdauliche Nährstoffe vor. Man sieht, die Menge der zu verabreichenden Nährstoffe wechselt mit deren Wertigkeit.

Das eben aufgestellte Nahrungsmaß für volljährige, nicht arbeitende Ochsen ist aus Versuchen abgeleitet, in denen fast ausschließlich Rauhfutterstoffe verfüttert worden sind. Es frägt sich nun, ob dieses Maß auch Geltung hat, wenn neben den genannten Futtermitteln noch solche mit vollwertigen Nährstoffen verabreicht werden, und ob man auch bei reichlich gefütterten, zu Produktionszwecken gehaltenen Tieren einen ebenso hohen Bedarf für die bloße Lebenserhaltung in Anrechnung zu bringen hat. Die Frage besitzt weniger Bedeutung für die Praxis der Beharrungsfütterung, als für die Verhältnisse, unter denen man ohne Futter-

---

[1]) Exp. Station Record 18. Bd., 1907, S. 972; daselbst nach Connecticut Storrs Stat. Bull. 3, S. 23.

verschwendung das Tier zu bestimmten Leistungen befähigen will. Ihre Beantwortung findet sich in den Ergebnissen einiger Untersuchungen des Verfassers, bei welchen an ruhende Ochsen von 630—755 kg Gewicht reichlichere Rationen verfüttert und pro Kopf und Tag bis über 400 g Körperfett angesetzt wurden. Die Futtermischungen bestanden aus 5—7 kg Wiesenheu, 2,5—3 kg Trocken- oder Melasseschnitzeln und 1—1,5 kg Baumwollsaat- oder Erdnußmehl, oder aus 5 kg Heu, 3 kg Melasseschnitzeln, 2 kg Roggenkleie und 0,8 kg Baumwollsaatmehl; in einem Falle waren 6 kg Wiesenheu, 2,5 kg Reisfuttermehl und 1 kg Baumwollsaatmehl verfüttert worden.

Im Durchschnitt von 5 Untersuchungen dieser Art betrug

das Lebendgewicht	692,8	kg
der Produktionswert der Ration	1,107	„ Fett
der Ansatz	0,416	„ „

Nach Abzug des Ansatzes vom Produktionswert des Futters verbleiben hier für die Erhaltung 0,691 kg Fett übrig, oder auf 1000 kg Lebendgewicht rund 1,00 kg, entsprechend 4 kg Stärkewert. Um diesen Betrag mit dem zu vergleichen, welcher sich aus der Zusammenstellung der S. 445 angeführten Versuche mit eben zureichender Nahrung berechnete, haben wir als Äquivalent für den dort beobachteten Ansatz (60 g Fleisch und 184 g Fett) noch 0,22 kg Fett hinzuzuzählen und erhalten somit als Bedarf für die Erhaltung einen Produktionswert der Ration von 1,22 kg Fett. Diese Zahl weist mit der bei bloßem Erhaltungsfutter gefundenen eine so gute Übereinstimmung auf, daß wir berechtigt sind, für Produktions- und Beharrungsfutter den gleichen Erhaltungswert von rund 1,30 kg = 5,2 kg Stärkewert einzusetzen. In diesem Ergebnis ist eine weitere Stütze dafür zu erblicken, daß die auf die Kau- und Verdauungsarbeit zu verwendende Energie, bezw. die bei diesen Vorgängen frei werdende Wärme den Erhaltungsbedarf der Tiere innerhalb der in der Praxis vorkommenden Grenzen nicht herabsetzt.

In der Praxis bewegt man sich mit Recht nicht gern an der Grenze derjenigen Nährstoffmenge, welche sich als das niedrigste, gerade noch zulässige Maß (physiologisches Minimum) herausgestellt hat. Man hat eben Rücksicht zu nehmen auf die Individualität der Tiere, die sich auch in den Anforderungen an das Erhaltungsfutter deutlich ausprägt, sowie auf den Ernährungszustand, in dem die Tiere erhalten werden sollen. Wie wir später sehen werden, brauchen gut genährte Tiere immer etwas mehr, als magere. Man benützt ferner die Ochsen zu gelegentlicher schwacher Arbeit und füttert sie aus allen diesen Gründen etwas reichlicher. Als wirtschaftliches Minimum zur Erhaltung von 600—650 kg schweren Ochsen ist daher unter Einrechnung der beregten Umstände und Leistungen eine Tagesration zuzurechnen, die auf 1000 kg Lebendgewicht 15—21 kg Trockensubstanz mit 0,6—0,8 kg verdauliches Eiweiß und 8—9,5 kg verdauliche stickstofffreie Nährstoffe (einschl. Fett) mit einem gesamten Stärkewert von 6,0 kg aufweist, obgleich die bloße Lebenserhaltung nach den schon angeführten Untersuchungsergebnissen nur 4 kg Stärkewert erfordern würden. Auf den größeren

oder geringeren Fettgehalt der Ration braucht bei dieser Rechnungsweise keine besondere Rücksicht genommen zu werden, da bei Tieren der in Rede stehenden Art dem Nahrungsfett besondere Funktionen, die nicht ebensogut von den Kohlenhydraten geleistet werden können, nicht zukommen. Das oben gewonnene Nahrungsmaß setzt voraus, daß man ausschließlich oder vorzugsweise Rauhfutterstoffe verwendet und von den etwa fehlenden Nährstoffen das Eiweiß durch geringe Gaben Ölkuchen, Schlempe, Biertreber usw., die Kohlenhydrate durch Rüben- und Knollengewächse oder deren Abfälle deckt. Derartig zusammengesetzte Rationen bieten den Tieren neben einer ausreichenden Menge organischer Nährstoffe auch ein vollkommen genügendes Quantum Mineralstoffe, indem nach den Beobachtungen von W. Henneberg[1]) schon durch eine tägliche Zufuhr von 50 g Phosphorsäure und 100 g Kalk auf 1000 kg Lebendgewicht der Bedarf hinlänglich gedeckt wird.

Die Nahrungsmenge muß ferner der Größe der zu erhaltenden Tiere angepaßt sein. Im Vergleich zueinander besitzen die Individuen kleiner Rassen auf die gleiche Gewichtsmenge Tier eine verhältnismäßig größere Oberfläche, als die großen Rassen; erstere geben, wie früher (S. 97) dargelegt, mehr Wärme ab und bedürfen daher zu ihrer Erhaltung auch etwas mehr Nahrung. Der Eiweißbedarf, welcher von dem Gewicht der lebenden Organe abhängt, bleibt zwar aller Wahrscheinlichkeit nach für 1000 kg Lebendgewicht unverändert, gleichgültig ob man es mit Individuen von 400 oder 700 kg Gewicht zu tun hat; wenn aber ein so weites Eiweißverhältnis wie 1 : 12—14 eingehalten wird, so muß behufs Sicherung einer vollständigen Futterausnützung mit jeder Steigerung der Ration auch eine Vermehrung des verdaulichen Eiweißes vorgenommen werden. Es ändert sich, mit anderen Worten, bei verschieden großen Tieren das Mischungsverhältnis der Nährstoffe nicht. Berechnet man nun nach den früher (S. 98) angedeuteten Grundsätzen den Bedarf kleiner und großer Tiere, so erhält man für 1000 kg Lebendgewicht folgende Stärkewerte:

Einzelgewicht der Tiere	Stärkewert auf 1000 kg Lebendgewicht
300 kg	7,70
400 „	7,00
500 „	6,50
600 „	6,10
700 „	5,80
800 „	5,55

Die hier zutage tretenden Differenzen sind wirtschaftlich nicht bedeutungslos, denn sie zeigen, daß 800 kg schwere Tiere ca. 28 % weniger Futter zur Erhaltung brauchen, wie ein gleiches Gewicht von Tieren, die nur 300 kg pro Stück wiegen.

---

[1]) Beiträge zur Begründung usw., 2. Heft, 1864, S. 53.

Von Einfluß auf den Nahrungsbedarf ist ferner die Stalltemperatur. Je niedriger die letztere, um so größer ist der Wärmeverlust, den die Tiere durch Ausstrahlung und Leitung erleiden, und um so höher muß daher die Nahrungszufuhr bemessen werden. Unsere Normen gelten für eine Umgebungstemperatur von 12—16° C.

Drittes Kapitel.

Das Erhaltungsfutter für Schafe. Die Wollproduktion.

Zu dem Aufwande an Kraft und Stoff, deren ein jedes Tier zur Sicherung der Funktionen seiner Organe bedarf, gesellt sich beim Schafe noch die weitere Forderung nach Material für die Erzeugung von Wolle, eines Stoffes, der, weil selbst eiweißartiger Natur, nur aus Eiweiß entstehen kann. Es ist daher von vornherein sehr wahrscheinlich, daß Tiere dieser Art nicht mit jener Menge Nahrungseiweiß auskommen, die wir als den Minimalbedarf ruhender Ochsen kennen gelernt haben. Mancherlei Umstände deuten ferner darauf hin, daß Schafe auch mehr an stickstofffreien Nährstoffen bedürfen, wie ruhende Ochsen. Die größere Empfänglichkeit für Sinneseindrücke, die ausgesprochenere Lebhaftigkeit der Bewegungen, die wir bei den Schafen wahrnehmen, müssen einen etwas erhöhten Energieverbrauch herbeiführen, und die verhältnismäßig große Körperoberfläche dieser kleinen Tiere deutet auf dieselbe Richtung, während der Schutz, den das Wollkleid gegen Wärmegabe bietet, die Anforderungen an die Nahrung gewiß wieder etwas herabsetzt.

Die ersten ausführlichen Untersuchungen über das Erhaltungsfutter der Schafe rühren von W. Henneberg[1]) her, der zwei 4½ Jahr alte Hammel des grobwolligen hannöverschen Landschlages mit Wiesenheu ernährte und dabei sämtliche Einnahmen und Ausgaben, sowie den Wollzuwachs bestimmt. Die beiden Tiere, welche ein Durchschnittsgewicht von 47,9 kg einschließlich 2,4 kg Wolle besaßen, verzehrten auf 1000 kg nacktes Lebendgewicht (exkl. Wolle) bezogen, täglich 25,96 kg Wiesenheu und verdauten aus diesem Futter:[2])

1,04 kg Eiweiß
0,32 „ Fett
6,28 „ stickstofffreie Extraktstoffe
3,93 „ Rohfaser.

Diese Ration entspricht einem Produktionswerte von 2,41 kg Körperfett.

---

[1]) Neue Beiträge usw., Göttingen 1870, S. 68.

[2]) Berechnet mit Hilfe der S. 72 und 74 angegebenen Zusammensetzung des Fleisches unter der Annahme, daß vom Kotstickstoff beim Trocknen 3% verloren gingen.

Sie war vollkommen ausreichend für die Lebenserhaltung und den Wollzuwachs, denn es wurde bei ihr noch täglich angesetzt

144 g Fleisch
325 „ Fett
209 „ Wolle einschl. Schweiß und Fett.

Einen weiteren Versuch führte der Verfasser[1]) mit einem halbfetten Hammel aus, der einer Kreuzung zwischen Fleisch- und Wollschaf angehörte und mit der Wolle 64,9 kg, ohne dieselbe 62,4 kg wog. Das Tier erhielt eine Ration von 550 g Wiesenheu und 440 g Maisschrot, wovon im ganzen verdaut wurde: 50,5 g Eiweiß, 25,1 g Fett, 439,8 g stickstofffreie Extraktstoffe und 85,4 g Rohfaser. Bei diesem Futter, das einen Produktionswert von 175,3 g Körperfett besaß, setzte das Tier täglich 4,4 g Fleisch (einschl. Wolle) und 49,0 g Fett an. Auf 1000 kg nacktes Körperfett bezogen stellte sich die Nahrungszufuhr und der Ansatz auf folgende Zahlen:

Verdaute Nährstoffe:	Ansatz:
0,81 kg Eiweiß	71 g Fleisch einschl. Wolle
0,40 „ Rohfett	785 „ Körperfett
7,05 „ stickstofffreie Extraktstoffe	Produktionswert des Futters:
1,37 „ Rohfaser.	2,81 kg Fett

Um das Versuchsergebnis Hennebergs mit dem des Verfassers zu vergleichen, berechnen wir mit Hilfe der Wärmewerte, welchem Betrage an Körperfett der in beiden Versuchen beobachtete Ansatz entspricht, und finden auf diese Weise im ersteren Versuch 0,47, im letzteren 0,82 kg Fett. Diese Beträge sind von dem Produktionswert der Rationen abzuziehen, wenn man einen Ausdruck für die Nahrungsmenge finden will, die zur bloßen Lebenserhaltung ausschließlich jedweder Erzeugung neuer Körpersubstanz erforderlich ist. Man gelangt auf diese Weise in dem einen Falle zu einem Produktionswerte, der für 1000 kg Nacktgewicht 1,94, im anderen Falle 1,98 kg Fett beträgt, gegenüber 1,2—1,3, welche das gleiche Gewicht ruhender Ochsen bedarf.

Die beiden Versuche bilden ein überzeugendes Beispiel dafür, daß es auch bei der Erhaltung der Tiere nicht auf die Menge der verdauten Nährstoffe allein ankommt, sondern in viel höherem Grade auf die Wertigkeit der zur Wirkung gelangenden Substanzen. Rechnet man das verdaute Fett in beiden Fällen durch Multiplikation mit dem Faktor 2,2 auf Kohlenhydrat um, so findet man nämlich, daß an Verdautem in dem einen Falle

1,04 kg Eiweiß und 10,94 kg Kohlenhydrat,

im anderen dagegen nur

0,81 kg Eiweiß und 9,30 kg Kohlenhydrat

zugeführt wurden und trotz der niedrigeren Menge im zweiten Versuch die Tiere mehr als das Doppelte an Körperfett erzeugten. In dem Heu-Maisgemisch war somit erheblich weniger verdauliche Substanz zur Erhaltung nötig als in dem ausschließlich verabreichten Wiesenheu.

---

[1]) Noch nicht veröffentlicht.

Zur Ergänzung unserer bisherigen Darlegungen sei noch ein Versuch von E. Wolff[1]) angeführt, zu welchem 3 Schafrassen, Elektoral, Württembergische Bastards und Southdowns, herangezogen wurden. Von jeder Rasse waren zwei Tiere aufgestellt und in einer ersten, ca. 3 Wochen dauernden Periode nur mit Kleeheu, darauf etwa ebenso lange mit einer Mischung von Kleeheu und Kartoffeln ernährt worden. Die Nahrungsaufnahme betrug in der

Pro Tag und Kopf	1. Periode Kleeheu	2. Periode	
		Kleeheu	Kartoffeln
	g	g	g
Elektoralschafe Nr. 1 u. 2	750	500	500
Bastardschafe Nr. 3 u. 4	1000	750	750
Southdown Nr. 5	1000	1000	1000
„ „ 6	1000		

Diese Rationen, deren Verdaulichkeit an den Tieren selbst festgestellt worden war, entsprachen nach den Berechnungen des Verfassers folgender Produktion an Körperfett pro Tag und 1000 kg Nacktgewicht:

	Elektoral Nr. 1 u. 2	Bastard Nr. 3 u. 4	Southdown	
			Nr. 5	Nr. 6
	kg	kg	kg	kg
1. Periode Kleeheu	1,59	1,75	1,72	1,33
2. „ „ und Kartoffeln . .	1,78	2,20	1,97	2,20

Die Aufzeichnungen Wolffs über die Lebendgewichtsveränderungen der 6 Tiere erstrecken sich leider nur auf die letzten 5 Tage einer jeden Periode und geben daher für den ersten Versuchsabschnitt mit ausschließlicher Kleeheufütterung eigentlich nur den Körperzustand an, in welchem sich die Tiere am Schluß dieser Ernährung befanden. Der Vergleich dieser Zahlen mit denen, die bei Beendigung der Heu-Kartoffelfütterung gefunden wurden, läßt aber erkennen, wie dieses Futter gewirkt hat. Es betrug nämlich das nackte Lebendgewicht pro Kopf in Kilogramm:

	Elektoral Nr. 1 u. 2	Bastards Nr. 3 u. 4	Southdowns	
			Nr. 5	Nr. 6
am Schluß d. 1. Periode	37,95	45,65	62,55	54,05
„ „ d. 2. „	36,85	45,35	61,20	54,70

Die Ähnlichkeit dieser Zahlen mit den oben festgestellten Produktionswerten der Rationen ist unverkennbar. Wir sehen, daß eine Nahrung, die nur 1,78 kg Körperfett zu erzeugen vermochte, den Bedürfnissen der Elektoralschafe nicht genügte, während bei einem Produktionswerte von 2,20 kg die Bastards fast im Gleichgewichte waren und der Southdown-Hammel Nr. 6 noch etwas zunahm. Das Tier Nr. 5, ein Bock der Southdownrasse, schien beim Übergang zur Kartoffelfütterung etwas gelitten zu haben, denn es vermehrte wenigstens innerhalb der letzten 5 Tage der 2. Periode, in denen allein Wägungen stattfanden, sein

[1]) Landw. Jahrbücher 1. Bd., 1872, S. 533.

Gewicht von 60,7 auf 61,7 kg, ein Zeichen dafür, daß die Kartoffelration mit dem Produktionswerte von 2,20 kg Fett einem besseren Ernährungszustand genügte.

In den Ergebnissen dieses Versuchs darf man gewiß eine Bestätigung dessen erblicken, was die genaueren, mit Hilfe des Respirationsapparates ausgeführten Untersuchungen Hennebergs und des Verfassers gelehrt haben. Auch mehrere andere, zum Teil sehr ausgedehnte Beobachtungsreihen von E. Schulze und M. Maercker[1]), in denen die Ausnützung des Futters und der Stickstoffansatz bestimmt worden sind, sowie einige praktische Fütterungsversuche von W. Henneberg[2]) und E. Wolff[3]) stimmen darin überein, daß auf 1000 kg nacktes Lebendgewicht an Schafe nicht unter 1,0 kg Eiweiß zu reichen ist. Sehr bemerkenswert sind die Schlüsse, zu denen E. Wolff[4]) in seiner kritischen Übersicht über jene älteren Versuche gelangt. Er schreibt: „Bei ausschließlicher oder doch sehr vorherrschender Fütterung der Schafe mit Wiesenheu oder Kleeheu mittlerer Qualität, im letzteren Falle auch unter Zusatz von Kartoffeln, genügt im täglichen Beharrungsfutter, auf 1000 Pfd. nacktes Körpergewicht berechnet, ein Quantum von etwa 1,3 Pfd. verdauliche Proteinsubstanz[5]) und 10,4 Pfd. an stickstofffreien Nährstoffen, während an organischer Substanz im ganzen 16—17 Pfd. vorhanden sind. — Sobald aber das Futter der Schafe vorherrschend aus Stroh, zunächst der Zerealien besteht, unter Beigabe größerer Mengen von Runkelrüben, dann muß die Menge der nach bis jetzt üblicher Weise berechneten, verdaulichen Proteinsubstanz[5]) auf 1,7 Pfd, die stickstofffreien Nährstoffe auf etwa 12 Pfd. erhöht werden und die Gesamtmenge der organischen Substanz im Futter 20 bis 25 Pfd. betragen." — Unbewußt hat Wolff hier bereits der verschiedenen Wertigkeit der verdaulichen Nährstoffe Rechnung getragen und die geringere Wirksamkeit des „Rohproteins" in den Runkelrüben, sowie der stickstofffreien Nährstoffe im Stroh berührt. Regeln dieser Art, auf alle einzelnen Futterstoffe ausgedehnt, würden sich schon ihrer geringen Übersichtlichkeit wegen in die Praxis nicht einführen lassen. An ihre Stelle sind nunmehr feste Zahlen getreten, wie wir sie in den Stärkewerten aufgestellt haben.

Nach den genaueren, durch einfachere Beobachtungen bestätigten Untersuchungen, die weiter oben beschrieben sind, wird die bloße Lebenserhaltung der Schafe durch Rationen bestritten, die pro 1000 kg Lebendgewicht rund 2,0 kg Körperfett zu erzeugen vermögen. Zu diesem Betrag muß nun noch ein weiteres Quantum hinzutreten, welches der Erzeugung der Wolle und der in der Praxis

---

[1]) Journal für Landwirtschaft 18. Jahrg., 1870, S. 1 und 19. Jahrg., 1871, S. 46.

[2]) Ebenda 7. Jahrg., 1859, S. 362; 8. Jahrg., 1860, S. 1 und 9. Jahrg., 1861, S. 63, 12. Jahrg., 1894, S. 1.

[3]) Die landw. Versuchsstation Hohenheim 1870, S. 57.

[4]) Die Ernährung der landw. Nutztiere, Berlin 1876, S. 426.

[5]) Diese Zahlen bedeuten nicht verdauliches „Eiweiß", sondern verdauliches Rohprotein. Die allgemeine Verbreitung der nicht-eiweißartigen Stickstoffsubstanzen war um jene Zeit noch nicht bekannt.

stets anzustrebenden langsamen Verbesserung des Ernährungszustandes zu dienen hat. Zudem ist es ganz selbstverständlich, daß die kleineren Schafrassen, welche auf gleiches Körpergewicht mehr Wolle produzieren als größere Rassen, auch einer größeren Nährstoffzufuhr bedürfen. Da nun der tägliche Zuwachs an gewaschener Wolle pro 1000 kg nacktes Lebendgewicht auf 120—200 g zu veranschlagen ist, und das Wollhaar stets eine reichliche Menge Fett enthält, so ergibt die weitere Berechnung, daß die Produktion dieser Stoffe, zusammen mit einem schwachen Fleischansatz, gedeckt wird, wenn man größeren Tieren eine Ration gibt, die

1 kg verdauliches Eiweiß enthält und einen Stärkewert von 8,3 kg besitzt,

während kleinere Rassen auf die etwas erhöhtere Zufuhr von

1,2 kg verdauliches Eiweiß mit einem Stärkewerte von 9,0 kg zu stellen sind.

Es entsteht hier noch die weitere Frage, ob sich die Wollerzeugung von der Art der Fütterung beeinflussen läßt. Die Erfahrung hat gelehrt, daß bei Menschen, die infolge mangelhafter Nahrungsaufnahme in den elendesten Ernährungszustand gerieten und lange in diesem verharrten, Haare und Bart nichtsdestoweniger weiter wuchsen. Selbst bei weitgehender Nahrungsentziehung wird also die Haarbildung nicht vollständig unterdrückt, sie geht aber nicht unbedeutend zurück, wenn bei schlechter Ernährung das Lebendgewicht unter eine gewisse Grenze sinkt. Dies zeigte sich bei Fütterungsversuchen E. Wolffs[1]) der mehrere Abteilungen 3—4 jähriger Hammel der württembergischen Bastardrasse 4 Monate hindurch verschieden ernährte. Zwei Abteilungen von je 6 Stück erhielten eine aus Wiesenheu und Bohnenschrot bestehende eiweißreiche Ration, bei der sie ihr Körpergewicht nicht wesentlich änderten und durchschnittlich zu Anfang 46,50 kg, zu Ende 46,55 kg wogen; zwei andere, gleich zahlreiche Abteilungen wurden fast ausschließlich mit Haferstroh und Runkelrüben gefüttert und besaßen ein Durchschnittsgewicht von 46,1 zu Beginn und von 44,1 kg am Schluß der Versuche. Während nun die ersten beiden Abteilungen in der Zeit des Versuchs zusammen 9,12 kg flußgewaschene Wolle und darin 5,99 kg reines Wollhaar lieferten, erzeugten die schlechter ernährten Abteilungen nur 7,02 kg Flußwolle mit 4,58 kg reinem Wollhaar. Ähnliches beobachtete W. Henneberg[2]) an Negrettischafen, welche pro Tag und 1000 kg Körpergewicht folgendes zu erkennen gaben:

Abteilung	III	I	IV	II
Körpergewichtsabnahme	0,79 kg	0,42 kg	0,17 kg	1,05 kg
Wollzuwachs	0,16 „	0,15 „	0,15 „	0,13 „
Desgl. in Prozenten des Schurgewichts	0,306 %	0,292 %	0,293 %	0,237 %

Wohl leidet — wie an den Abteilungen III, I und IV zu erkennen ist — der Wollzuwachs nicht immer Schaden, wenn das Körpergewicht zurückgeht,

---

[1]) Landw. Versuchsstation Hohenheim 1870, S. 57.

[2]) Journal für Landw. 12. Jahrg., 1864, S. 48.

jedoch ist, wie bei der Abteilung II, eine Verminderung unausbleiblich, sobald die Abmagerung eine gewisse Grenze überschreitet. Da die Wolle nur aus Eiweiß entstehen kann, so ist es von vornherein sehr wahrscheinlich, daß unter den Rationen, welche zur Herstellung des Beharrungszustandes nicht vollständig ausreichen, diejenigen die Wollproduktion am wenigsten benachteiligen werden, welche den Eiweißbedarf des Tieres decken oder überschreiten. Unter den Einzelversuchen Hennebergs finden sich in der Tat eine ganze Anzahl, deren Ergebnisse sich in diesem Sinne deuten lassen. — Überschreitet die Nahrungszufuhr den Erhaltungsbedarf selbst in erheblichem Grade, so wird die Wollproduktion dennoch nicht nennenswert mehr gefördert als bei ausreichendem Beharrungsfutter. So betrug der tägliche Wollzuwachs bei Negretti-Hammeln nach Hennebergs[1]) mehrjährigen Untersuchungen im Durchschnitt von 7 Versuchen mit Beharrungsfutter und 14 Versuchen mit Mastfutter pro Tag und 1000 kg nacktes Lebendgewicht:

Beharrungsfutter	141 g = 0,273 %	des Schurgewichts am
Mastfutter	141 „ = 0,286 „	Schlusse des Versuchs.

Zu genau dem gleichen Ergebnisse gelangte E. Wolff[2]), als er von 2 Abteilungen 5 Monate alter Lämmer der Bastardrasse, die eine mit einem aus Wiesenheu und Hafer bestehenden Futter, die andere nur mit Wiesenheu in ausreichenden Mengen ernährte. Während einer Beobachtungsdauer von 9 Monaten waren die Tiere der ersten Abteilung fett geworden und hatten ihr Durchschnittsgewicht von 25,4 auf 46,25 kg erhöht; die nur mit Wiesenheu gefütterten Lämmer waren in der gleichen Zeit in mittlerem Ernährungszustande geblieben ihr Lebendgewicht war pro Stück von 25,0 auf 36,15 kg gestiegen. Im Aussehen der Wolle machte sich an den lebenden Tieren ein auffallender Unterschied je nach der Fütterungsweise bemerkbar. Während nämlich das Vließ der Heuschafe die gewöhnliche, sehr schmutzige Beschaffenheit hatte, war die Wolle der Körnerschafe fortwährend merkwürdig rein und weiß, als ob sich die Tiere in frisch gewaschenem Zustande befänden. Dieser Unterschied war am Schluß der Versuche auch im Gewicht der Wolle zu erkennen, welche im ungewaschenen Zustande bei den Körnerschafen pro Kopf 2,18, bei den Heuschafen 2,69 kg wog. Nach dem Waschen in Regenwasser betrug das Wollgewicht noch 1,48 bezw. 1,61 kg und nach der Entfettung mit Schwefelkohlenstoff noch 1,09 bezw. 1,12 kg. Die Heuschafe hatten demnach an roher Wolle zwar erheblich mehr geliefert als die Körnerschafe, die Menge der reinen, entfetteten Wollfaser war aber in beiden Fällen die gleiche geblieben.

Nach allen diesen Beobachtungen erleidet die Wollproduktion nur dann eine Einbuße, wenn infolge mangelhafter Ernährung das Lebendgewicht der Tiere dauernd abnimmt. Eine sehr kräftige Fütterung fördert das Wollwachstum dagegen nicht mehr, als ein ausreichendes Beharrungsfutter, das den von uns angegebenen Verhältnissen entspricht. Was die Auswahl der zu verwendenden

---

[1]) Journal für Landw. 12. Jahrg., 1864, S. 48.

[2]) Landw. Jahrbücher 2. Bd., 1873, S. 221.

Futtermittel betrifft, so hat man sich vor einem zu hohen Wassergehalte der Rationen, der den Schafen nicht zusagt, zu hüten. Wurzel- und Knollengewächse benützt man daher nur als Nebenfutter. Als Hauptfutter reicht man die verschiedenen Heu- und Stroharten und ergänzt etwa fehlendes Eiweiß durch kleine Gaben Ölkuchen, Lupinen, getrocknete Biertreber, Schlempe oder ähnliche proteinreiche Beilagen.

An knochenbildenden Mineralstoffen bedürfen ausgewachsene Schafe nach den Untersuchungen von H. Weiske[1]) nur außerordentlich geringer Mengen. Hammel einer Southdown-Merino-Kreuzung, welche im Alter von zwei Jahren ihr Knochenwachstum abgeschlossen hatten und durchschnittlich 55 kg wogen, setzen nach dem Genannten täglich nur 0,57 g Kalk und 0,05 g Phosphorsäure an, also Mengen, die durch jedes den sonstigen Anforderungen entsprechendes Futter reichlich gedeckt werden. Wie sich die Ansprüche noch nicht voll ausgewachsener Tiere gestalten, wird später dargelegt werden.

Viertes Kapitel.

Die Mästung ausgewachsener Tiere.

Die Veränderungen, welche die Zusammensetzung des Körpers der Nutztiere bei der Mästung erleidet, sind bereits vor längerer Zeit von J. B. Lawes und J. H. Gilbert[2]) auf direktem Wege durch Analyse ganzer Tiere und einzelner Teile derselben festgestellt worden. Hierbei waren benützt worden:

2 Ochsen der Aberdeen-Rasse im Alter von 4 Jahren, von denen der eine halbfett 558,8 kg schwer war, der andere 643,7 kg wog und als fett zu bezeichnen war.

4 Schafe, der Hampshiredown-Rasse und zwar
ein mageres, 1 Jahr alt und 44,3 kg schwer,
″ halbfettes, 3¼ ″ ″ ″ 47,7 ″ ″
″ fettes, 1¼ ″ ″ ″ 57,7 ″ ″ und
″ sehr fettes, 1¾ ″ ″ ″ 108,6 ″ ″

2 Schweine vom gleichen Wurfe, das eine in magerem Zustande und 42,6 kg schwer, das andere 10 Wochen gemästet und 83,9 kg schwer;

1 fettes Kalb der Durham-Rasse, 8—9 Wochen alt und 117,4 kg schwer;

1 ″ Lamm, 6 Monate alt und 38,3 kg schwer.

Die prozentische Zusammensetzung dieser 10 Tiere, welche 18—24 Stunden vor der Untersuchung das letzte Futter erhalten hatten, war folgende:

---

[1]) Landw. Jahrbücher 9. Jahrg., 1880, S. 290.

[2]) Philos. Transactions of the Royal Society 1859, P. II, S. 493 und 1883, P. III, S. 865; Agric. Investigations at Rothamsted, England, Bull. 22, Office of Exp. Stations, U. S. Dep. of Agriculture 1895, S. 249.

	Stickstoff-substanz	Fett	Mineral-stoffe	Trocken-substanz	Wasser	Magen- und Darminhalt feucht
Ochse, halbfett . .	16,6	19,1	4,7	40,3	51,4	8,2
„ fett . . .	14,5	30,1	3,9	48,5	45,5	6,0
Schaf, mager . .	14,8	18,7	3,2	36,7	57,3	6,0
„ halbfett . .	14,0	23,5	3,2	40,7	50,2	9,1
„ fett . . .	12,2	35,6	2,8	50,6	43,5	6,0
„ sehr fett .	10,8	45,8	2,9	59,6	35,2	5,2
Schwein, mager .	13,7	23,3	2,7	39,7	55,1	5,2
„ fett . .	10,9	42,2	1,7	54,7	41,3	4,0
Kalb, fett . . .	15,2	14,8	3,8	33,8	63,0	3,2
Lamm, fett . . .	12,3	28,5	2,9	43,7	47,8	8,5

Nach diesen Zahlen besaß der Zuwachs an Körpersubstanz bei der Mast folgende Zusammensetzung:

	Stickstoff-substanz	Fett	Mineral-stoffe	Trocken-substanz	Wasser
Ochse	7,7	66,2	1,5	75,4	24,6
Schaf	7,1	70,4	2,3	79,9	20,1
Schwein	7,8	63,1	0,5	71,4	28,6
im Durchschnitt .	7,5	66,6	1,4	75,6	24,4

Bei der Betrachtung dieser Ergebnisse muß im Auge behalten werden, daß dieselben sich zum großen Teil auf jüngere oder solche Tiere beziehen, die ihr Wachstum kaum beendet hatten. Immerhin zeigt sich hier bereits, daß der Körperzuwachs bei der Mast zum mindesten zu zwei Dritteilen aus Fett, zu einem Viertel aus Wasser und zu einem sehr geringen Teil aus Stickstoffsubstanz besteht, von welch letzterer wiederum noch ein wesentlicher Betrag auf die Vermehrung des Blutes, und nur der Rest auf einen Ansatz von Fleisch entfällt. Bei Tieren vorgerückten Alters, die nicht in heruntergekommenem, sondern mittlerem Ernährungszustande zur Mast aufgestellt werden, ist auf einen nennenswerten Ansatz von Muskelfleisch überhaupt nicht zu rechnen. Schon die anatomische Untersuchung der Muskelfasern, welche sich bei allen Tieren durch Längsspaltung vermehren, hat gelehrt,[1]) daß eine solche Teilung nur in der Jugend, bei erwachsenen Tieren jedoch nicht mehr stattfindet, und daß auch das Dickenwachstum der Muskelfasern eine gewisse enge Grenze niemals übersteigt. Noch bestimmter sprechen sich in dieser Hinsicht eingehende Untersuchungen aus, die von W. Henneberg, E. Kern und H. Wattenberg[2]) mit $2^3/_4$ jährigen Hammeln des hannöverschen Leineschafes, also mit völlig ausgewachsenen Tieren ausgeführt worden sind. Aus einer größeren Zahl sehr gleichmäßig beschaffener Hammel hatte man mehrere Abteilungen gebildet, von denen die eine beim Be-

[1]) W. Krause, Journal für Landw. 37. Jahrg., 1889, S. 241.
[2]) Journal für Landw. 26. Jahrg., 1878, S. 549.

ginn der Versuche geschlachtet, zwei andere mit einem bewährten Mastfutter versehen und verschieden lange Zeit gefüttert wurden. Nach $2^1/_2$ Monaten, als die Tiere bereits eine gute Schlachtware darstellten, wurde die zweite und nach $6^1/_2$ monatlicher Mästung die dritte, nunmehr hochfett gewordene Abteilung geschlachtet. Von jeder Abteilung wurde ein Tier kunstgerecht zerlegt und die einzelnen Schlachtstücke einer ausführlichen chemischen Untersuchung unterzogen. Dabei ergab sich, daß die drei untersuchten Tiere an frischem, fettfreiem Fleisch pro Stück enthielten:

I	II	III
11,891 kg	11,740 kg	12,123 kg

Das Verhältnis stellte sich hiernach auf

100 : 99 : 102

Ein Fleischzuwachs hatte also nicht stattgefunden. Dagegen betrug der Fettgehalt der 3 Tiere pro Stück:

5,406 kg 15,077 kg 19,019 kg

was einem Verhältnis von

100 : 279 : 352

entspricht. Bei der Mastfütterung ausgewachsener, schon in mittlerem Ernährungszustand befindlicher Tiere handelt es sich nach diesen Untersuchungen, wie auch nach den Analysen von Lawes und Gilbert nicht um eine Erzeugung nennenswerter Mengen Fleisch, sondern hauptsächlich um eine möglichst rasche Neubildung von Körperfett. Dieser anscheinend sicher begründeten Schlußfolgerung stellen sich aber zwei Versuchsreihen entgegen, die kürzlich nach dem gleichen Plane wie die Versuche Hennebergs von K. Friske[1]), sowie von Th. Pfeiffer und K. Friske[2]) ebenfalls mit ausgewachsenen Hammeln ausgeführt worden sind. In beiden Reihen erhielten die Tiere ein mäßiges Mastfutter von gleichem Stärkewert, das jedoch im Eiweißgehalte verschieden war. An Fleischtrockensubstanz waren während der 104- bezw. 117tägigen Fütterung folgende Mengen angesetzt worden:

	Nährstoffverhältnis	Fleischtrockensubstanz
Reihe I eng	1 : 2,9	817 g
„ I mittel	1 : 5,0	1075 „
„ II mittel	1 : 5,3	482 „
„ II weit	1 : 9,3	770 „

Den vorstehenden Zahlen ist in der Tat zu entnehmen, daß die ausgewachsenen Tiere bei diesen Versuchen eine recht ansehnliche Fleischmenge angesetzt haben. Gleichzeitig erhellt aber aus diesen Zahlen die sehr wichtige Tatsache, daß die Fleischproduktion unter dem Einflusse eines sinkenden Eiweißgehaltes des Futters, bei weitem Nährstoffverhältnis, nicht zu leiden gehabt hat, sondern daß das Gegenteil zu beobachten war. Der Fleischzuwachs hängt eben,

---

[1]) Landw. Versuchsstationen 71. Bd., 1909, S. 441.

[2]) Ebenda 74. Bd., 1911, S. 409.

wie schon S. 120 dargelegt, viel weniger von der Größe der Eiweißzufuhr als von der biologischen Disposition der Tiere und von der Menge der zur Verfügung stehenden stickstofffreien Nährstoffe ab. Befindet sich ein ausgewachsenes Tier vor der Mast in schlechtem Ernährungszustande, so wird selbst bei Mastfutter von weitem Nährstoffverhältnis eine Neubildung von Fleisch stattfinden.

Wäre das Eiweiß befähigt, sich an der Fettbildung direkt oder indirekt in so großem Umfange zu beteiligen, daß seine Verwendung trotz eventuell höherer Kosten ebenso lohnend oder noch vorteilhafter wäre, wie die der Kohlenhydrate, so müßte man die eiweißreicheren Rationen bei der Mästung unbedingt bevorzugen. Den Kohlenhydraten gegenüber hat sich jedoch das Eiweiß als Fettbildner in keiner Weise überlegen gezeigt, indem nach unseren früheren Ausführungen (S. 123) 100 g verdauliches vollwertiges Eiweiß beim Wiederkäuer 23,5, die gleiche Menge vollwertiges Kohlenhydrat aber nicht weniger, sondern eine Kleinigkeit mehr, nämlich 24,8 g Körperfett zu erzeugen imstande ist. Wie ferner aus Untersuchungen mit den verschiedensten Futtermitteln und Futtermischungen (S. 163—173), zu folgern ist, vermag das Eiweiß auch auf indirektem Wege nicht den Fettansatz aus Kohlenhydraten zu steigern. Mag man, wie es der Verfasser getan (S. 160), einen Teil Eiweiß mit 4 oder mit 16 Teilen Kohlenhydraten zusammen verfüttern, die Fettmenge, welche dabei aus dieser Nahrung entsteht, ändert sich nicht, sie bleibt vielmehr proportional der im Überschuß über den Erhaltungsbedarf verdauten Nährstoffmenge. Eine Wechselwirkung zwischen den verdaulichen Eiweißstoffen und Kohlenhydraten der Nahrung scheint somit innerhalb weiter Grenzen nicht stattzufinden und ist auch deshalb sehr unwahrscheinlich, weil selbst bei vollständiger Abwesenheit von Eiweiß in der Nahrung dennoch eine Fettbildung aus Kohlenhydraten zu beobachten ist (S. 137).

Unter solchen Verhältnissen könnte man meinen, es reichten für ausgewachsene Masttiere schon jene Eiweißmengen vollkommen aus, die sonst im Beharrungsfutter gegeben werden. Diese Folgerung wäre aber unzutreffend, da bei so geringer Eiweißzufuhr das Mastfutter unvollständig verdaut werden würde. Die hohen Rationen, welche man den Masttieren zu verabreichen pflegt, stellen eben auch hohe Anforderungen an die Tätigkeit der Drüsen, welche die eiweißhaltigen Verdauungssäfte absondern; wollte man in diesen Rationen, die unter Umständen 20, ja 30 kg verdauliche Nährstoffe auf 1000 kg Lebendgewicht enthalten, nur 0,6 kg verdauliches Eiweiß zuführen, so würden jene Verhältnisse eintreten, als deren Wirkung wir (S. 53) die Verdauungsdepression kennen gelernt haben. Um die Ausnützung des Futters sicher zu stellen, sollen daher, wie früher dargelegt, auf 1 kg verdauliches Rohprotein nicht mehr als 8—9 kg verdauliche stickstofffreie Nährstoffe kommen. Diese durch feststehende Tatsachen begründete Regel führt uns auf das Minimum an Eiweißstoffen, welches im Mastfutter erwachsener Tiere enthalten sein muß. Als unterste Grenze ist hiernach ein Eiweißverhältnis von 1 : 9 einzuhalten, was sagen will, daß auf etwa 9 kg verdauliche stickstofffreie Nährstoffe (einschl. Fett $\times$ 2,2) mindestens 1 kg verdauliches Eiweiß zu reichen ist. Mit einer so bemessenen Eiweißmenge kommen die

Tiere gerade noch aus und verfügen dabei über hinreichendes Material zur Erzeugung der eiweißhaltigen Membranen, welche die neu entstehenden Zellen des Fettes umschließen.[1])

Bei der Zusammenstellung von Mastrationen für erwachsene Tiere jeglicher Art hat man also hinsichtlich der Eiweißmenge zunächst Sorge dafür zu tragen, daß das vorbezeichnete Minimum nicht unterschritten wird. Liegen die wirtschaftlichen Verhältnisse so, daß man größere Mengen dieses Nährstoffes für die Masttiere hat, oder daß der Zukauf eiweißreicher Kraftfuttermittel nicht teurer ist als der kohlenhydratreicher Futterstoffe, so kann das Eiweißverhältnis unbedenklich bis auf 1 : 4 verengert werden, ohne daß der Masterfolg in Frage gestellt wird. Eiweiß und Kohlenhydrate haben ja nahezu dasselbe Fettbildungsvermögen und können sich daher bis zu einem gewissen Grade vertreten. Mit den Eiweißgaben noch weiter zu gehen und das Verhältnis über 1 : 4 hinaus zu verengern, wird sich meist von selbst verbieten und ist auch deshalb nicht ratsam, weil dann, wie mehrere Beobachtungen angedeutet haben,[2]) die Zersetzung in den Zellen sehr gesteigert und die Fettbildung geschwächt wird. Es will scheinen, daß durch eine Überschwemmung der Gewebe mit zirkulierendem Eiweiß der Stoffwechsel des Pflanzenfressers einen auffälligen Anreiz erfährt und sich den Verhältnissen nähert, die sonst nur bei dem erfahrungsmäßig schwer zu mästenden Fleischfresser zu beobachten sind. Reichliche Eiweißzufuhr erhöht die Menge des Blutes und namentlich dessen Gehalt an roten Blutkörperchen, die ihrerseits als Träger des eingeatmeten Sauerstoffs bei den Zersetzungsvorgängen eine gewisse Rolle spielen. Zwar steht die Menge des Sauerstoffes, welche in den Körper eintritt, nicht in ursächlichem Zusammenhange mit dem Stoffzerfall, dessen Größe vielmehr von dem Bedarf an Kraftwirkungen und von den molekularen Umlagerungen der eingeführten Nährstoffe bestimmt wird, indessen ist es doch sicher, daß dieser Zerfall bei verminderter Blutmenge etwas eingeschränkt wird. So ist von J. Bauer[3]) bewiesen worden, daß infolge von Blutentziehung durch Aderlaß zwar der Eiweißzerfall größer wird, die Kohlensäureausscheidung und Sauerstoffaufnahme aber abnimmt, und somit mehr organische Substanz in der Form von Fett zur Ablagerung kommt. In manchen Gegenden wird in der Tat das Mittel der Entziehung kleiner Portionen von Blut bei der Mästung in Anwendung gebracht, nicht bloß um der Voll- und Dickblütigkeit vorzubeugen, sondern in der ausgesprochenen Absicht, die Mast zu beschleunigen. Praktischen Erfahrungen zufolge wird durch diese Maßnahme, der jedoch keines-

[1]) Das Fettgewebe gemästeter Tiere enthält nach den Untersuchungen H. Grouvens (Vorträge über Agrikulturchemie, Köln 1872, S. 342) nur etwa 1% Zellmembranen. Nehmen wir an, daß bei der Mast eines Ochsen selbst 100 kg Fett angesetzt werden, so entfallen auf die Membranen nur 1 kg Stickstoffsubstanz; diese ganz untergeordnete Menge wird noch zum Teil von dem Bindegewebe gedeckt, welches schon in dem mageren Tier vorgebildet ist.

[2]) E. Wolff, Landw. Jahrbücher 5. Bd., 1876, S. 554; O. Kellner, Landw. Versuchsstationen 53. Bd., 1900, S. 452.

[3]) Zeitschrift für Biologie 8. Bd., 1872, S. 567.

wegs das Wort geredet werden soll, ein rascherer Fettansatz erzielt. — Wie nun hier die künstliche Blutentziehung die Fettbildung fördert, so wird auch umgekehrt die Vermehrung des Blutes durch sehr eiweißreiches Futter der Mast nicht günstig sein können, und es ist daher auch aus diesem Grunde nicht gerechtfertigt, die Eiweißgabe über die angegebene Grenze hinaus zu steigern.

Bei der Mast ausgewachsener Tiere ist also ein ziemlicher Spielraum gelassen, innerhalb dessen sich die Eiweißgabe bewegen kann. Befinden sich die Tiere beim Beginn der Mastfütterung bereits in einem mittleren Ernährungszustande, so kann man unbedenklich sogleich mit einem weiten Eiweißverhältnis beginnen. Anders ist es, wenn stark abgemagertes, abgetriebenes Vieh gemästet werden soll. In diesem Falle ist es angezeigt, durch eiweißreicheres Futter zunächst dafür zu sorgen, daß das Muskelgewebe sich vollkommen entwickelt und befähigt wird, reichliche Mengen Fett aufzunehmen. Man beginnt dann in einer 2—4 wöchentlichen **vorbereitenden Fütterungsperiode** mit einem schwächeren Mastfutter, das bei einem Eiweißverhältnis von etwa 1 : 6 12—15 kg verdauliche Nährstoffe auf 1000 kg Lebendgewicht enthält, und verstärkt die Ration unter langsamem Abbruch der Eiweißgabe allmählich, bis man in der angegebenen Zeit die eigentliche Mastration erreicht hat. Bei gut genährten Tieren ist lediglich ein etwa 8 tägiger Übergang zum Mastfutter erforderlich.

Daß man bei der Mast ausgewachsener, in mittlerem Ernährungszustande befindlicher Tiere nicht ein enges Eiweißverhältnis einzuhalten braucht, sondern mit verhältnismäßig geringen Mengen verdaulichem Eiweiß auskommt, wird durch eine ganze Anzahl von Fütterungsversuchen bewiesen. Schon die Erfahrung aus älterer Zeit, in der mit verdaulichen Nährstoffen noch nicht gerechnet wurde, enthält eine Fülle von Beispielen für die Erfolge, welche man mit proteinarmem Mastfutter erzielt hat. So teilt z. B. W. v. **Funke**[1]) mit, daß vor ca. 60 Jahren auf einem Gute in Mecklenburg-Schwerin jährlich etwa 25 ausrangierte Kühe und Zugochsen mit rohen Kartoffeln gemästet wurden: „Die Tiere erhielten davon soviel als sie nur aufnehmen mochten und ertragen konnten; daneben wurde ihnen nur noch Sommerstroh gereicht. Wenn es auch bei dieser Mästungsart hin und wieder vorkam, daß ein Tier infolge von Verdauungsstörung für ein paar Tage den Appetit verlor, so befriedigte doch der Erfolg im großen und ganzen, und das wollte für Mecklenburg, wo bereits damals hohe Ansprüche an die Fleischnahrung und dementsprechend an die Mastprodukte gemacht wurden, immerhin schon etwas sagen.“ — E. **Wolff**[2]) beobachtete an zwei Abteilungen ausgewachsener Hammel, von denen die eine Mais, die andere Ackerbohnen als Zulagen zu Wiesenheu erhalten hatte, daß die „stickstoffarme Maisfütterung (Nährstoffverhältnis 1 : 9,5) anscheinend eine etwas bessere, jedenfalls aber, auf gleiche Nährstoffmenge berechnet, eine ebenso gute Mastwirkung geäußert hat, wie die stickstoffreiche Bohnenfütterung (Nährstoffverhältnis 1 : 4,5)“. Diese Beobachtung

---

[1]) Journal für Landw. 41. Jahrg., 1893, S. 208.
[2]) Landw. Jahrbücher 19. Bd., 1890, S. 839.

erhielt eine Bestätigung durch weitere 18 Versuche,[1]) welche derselbe Forscher mit den gleichen Futtermischungen ausführte; „das stickstoffärmere Mastfutter (Nährstoffverhältnis 1 : 7—8) äußerte hier eine wenigstens ebenso gute Nährwirkung wie das stickstoffreichere (1 : 4—5)“. — Fr. Lehmann[2]) mästete ebenfalls zwei Abteilungen Hammel von je 4 Stück bei einem Grundfutter aus Heu und Trockenschnitzeln, welchem er in dem einen Falle pro Tag und Stück 400 g Baumwollsaatmehl, im anderen 450 g Mais zulegte. Das Nährstoffverhältnis der Abteilung I war 1 : 5, das der Abteilung II 1 : 12. Nach 80 tägiger Mast hatten die eiweißreich gefütterten Schafe um 39,6, die sehr eiweißarm ernährten um 39,7 kg, also ebensoviel zugenommen. — In derselben Weise führte G. Loges[3]) einen Mästungsversuch mit zwei Abteilungen von je 10 Stück ausgewachsenen Ochsen aus, indem er beiden Abteilungen dasselbe Grundfutter (Rüben, Kartoffeln, Heu, Grummet, Spreu, Haferstroh und Biertrebermelasse) reichte und der einen Reisfuttermehl und Schrot von geringem Getreide, der anderen Baumwollsaatmehl und Bohnenschrot zulegte. In einer Versuchszeit von 85 Tagen nahm die erstere eiweißarm (Nährstoffverhältnis 1 : 10,3) gefütterte Abteilung um 873, die andere bei dem eiweißreicheren Futter (1 : 5,7) um 878 kg zu. — Bestätigt werden die hier erlangten Ergebnisse ferner durch Mästungsversuche, welche W. Schneidewind[4]) mit einer größeren Zahl nicht voll ausgewachsener Ochsen angestellt hat. In der einen Versuchsreihe waren 14 ostpreußische, durchschnittlich nur 24 Monate alte Ochsen in 2 Abteilungen aufgestellt, denen beiden auf 1000 kg Lebendgewicht 15,0 kg verdauliche stickstofffreie Nährstoffe,[5]) der einen jedoch 2, der anderen 3 kg verdauliches Eiweiß gereicht wurde; diese verschiedene Proteinzufuhr war dadurch erreicht worden, daß man entsprechende Mengen Baumwollsaatmehl (0,53 bezw. 3,23 kg) und Mais (6,01 bezw. 4,30 kg) in eine für beide Abteilungen im übrigen gleiche Ration einführte. Das Anfangsgewicht betrug pro Kopf 411,3 kg; nach 133 tägiger Mast hatte sich dasselbe erhöht

bei 2 kg Eiweiß auf 551,6, mithin täglich um 1,055 kg
„ 3 „ „ „ 543,6, „ „ „ 0,995 „

Die Fütterung wurde darauf in der Weise verändert, daß beiden Abteilungen insgesamt 15 kg verdauliche Nährstoffe zugeführt wurden, die erste Abteilung jedoch nur 1,5, die zweite 2,5 kg verdauliches Eiweiß erhielt. Diese Art der Ernährung dauerte weitere 63 Tage, und es betrug pro Kopf

	das Anfangsgewicht	das Endgewicht	die tägliche Zunahme
1,5 kg Eiweiß . . .	551,6 kg	609,4 kg	0,918 kg
2,5 „ „ . . .	543,6 „	597,4 „	0,855 „

---

[1]) Landw. Jahrbücher 25. Bd., 1896, S. 193.
[2]) Ebenda 30. Bd., 1902, II. Ergänzungsband, S. 162.
[3]) Zentralblatt für Agrikulturchemie 31. Jahrg., 1902, S. 646.
[4]) Landw. Jahrbücher 31. Jahrg., 1902, S. 941.
[5]) Einschl. Amide und Fett × 2,44.

Eine zweite Versuchsreihe wurde mit 20 Stück Simmentaler Ochsen vom durchschnittlichen Alter von nur 16—18 Monaten in ganz derselben Weise und unter Einhaltung derselben Zeitperioden ausgeführt und folgende Ergebnisse erzielt:

	1. Periode 133 Tage				2. Periode 63 Tage	
	Lebendgewicht zu Anfang	Lebendgewicht am Schluß	Zunahme pro Tag		Endgewicht	Tägliche Zunahme
	kg	kg	kg		kg	kg
1 kg Eiweiß	380,0	535,9	1,172	1,5 kg Eiweiß	591,6	0,844
2 „ „	380,0	529,7	1,122	2,5 „ „	593,0	1,047

Zieht man die beiden Perioden zusammen, so erhält man folgende Werte pro Tag und Stück:

	Anfangsgewicht kg	Endgewicht kg	Tägliche Zunahme kg
Ostpreußische Ochsen:			
Eiweißärmeres Futter . . .	411,3	609,4	1,010
Eiweißreicheres „ . . .	411,3	597,4	0,950
Simmentaler:			
Eiweißärmeres Futter . . .	380,0	591,6	1,080
Eiweißreicheres „ . . .	380,0	593,0	1,082

Auch in den Schlachtergebnissen waren hinsichtlich des Ausmästungsgrades und der Qualität der Fleischstücke und des losen Talges keine durchgreifenden, auf die Art der Fütterung zurückzuführenden Unterschiede zu erkennen.

Eine spätere Wiederholung[1]) dieser Versuche mit 24 jungen Simmentaler Ochsen, die im Alter von 2—2½ Jahren standen und in 6 Abteilungen zu je 4 Stück zur Mast aufgestellt wurden, ergab ganz ähnliche Resultate, wie aus den nachstehenden, auf 1000 kg Lebendgewicht berechneten Zahlen hervorgeht:

Abteilung	Im täglichen Futter: Verdauliches Eiweiß	Im täglichen Futter: Stärkewert	Tägliche Zunahme in 63 Tagen pro Stück
I	1,67 kg	10,61 kg	2,39 kg
II	1,67 „	10,15 „	2,31 „
III	2,50 „	11,32 „	2,39 „
IV	2,50 „	11,02 „	2,27 „
V	1,87 „	12,57 „	2,28 „
VI	2,50 „	13,27 „	2,31 „

Darnach war auch hier die Lebendgewichtszunahme überall die gleiche, obwohl verschiedene Mengen verdauliches Eiweiß verabfolgt worden waren. Selbst für die 2—2½ jährigen Tiere genügte eine tägliche Menge von 1,67 kg verdauliches Eiweiß vollauf.

Außer den hier kurz beschriebenen Untersuchungen ließe sich noch eine ganze Reihe wissenschaftlicher und praktischer Beobachtungen anführen, welche übereinstimmend lehren, daß die Mästung ausgewachsener Tiere jeglicher Art mit

---

[1]) W. Schneidewind, Landw. Jahrbücher 36. Bd., 1907, S. 687.

der von uns bezeichneten niedrigen Eiweißmenge keineswegs geringere Erfolge hinsichtlich der Lebendgewichtszunahme und der Qualität der Schlachtware zu erzielen gestattet als ein proteinreiches Futter.

Was die Menge des Nahrungsfettes anbetrifft, die den Masttieren zu reichen ist, so hat man sich dessen zu erinnern, daß dieser Nahrungsbestandteil beim Rinde zwar durchschnittlich 2,2 mal soviel Körperfett erzeugt wie eine gleiche Menge verdaulicher vollwertiger Kohlenhydrate, indessen keinerlei spezifische Wirkungen auf den Stoffwechsel ausübt und in reichlichen Mengen verfüttert, die Freßlust der Tiere, sowie die Ausnützung des Gesamtfutters herabsetzt. Aus diesen Gründen empfiehlt es sich bei der Rinder- und Schafmast auf 1000 kg Lebendgewicht täglich nicht mehr als 0,7—0,8 kg Fett den Tieren beizubringen und diese Gabe nur ausnahmsweise bis auf 1 kg zu erhöhen. Daß es in der Tat bedeutungslos ist, ob man eine größere oder geringere Menge Kohlenhydrat durch eine gleichwertige Menge Fett ersetzt, ergibt sich aus den eben vorhin erwähnten Mästungsversuchen W. Schneidewinds[1]) mit Ochsen, von denen außer anderem Futter an 2 Abteilungen Maisschrot, und 2 andere das fettreichere Reisfuttermehl verfüttert wurde, ohne den Stärkewert der zu vergleichenden Rationen hierdurch wesentlich zu ändern. Die Maisrationen waren dementsprechend reicher an verdaulichen Kohlenhydraten, die Reismehlrationen dafür reicher an Fett. Auf 1000 kg Lebendgewicht bezogen betrugen hier die täglichen Nährstoffe und der tägliche Zuwachs in 126 Tagen in Kilogramm:

Abteilung	Verdauliche Nährstoffe			Zunahme
	Eiweiß	Fett	Stärkewert	
I Mais	1,67	0,61	10,61	2,14
II Reismehl	1,67	1,02	10,15	2,09
III Mais	2,50	0,73	12,57	2,17
IV Reismehl	2,50	1,29	13,27	2,00

Im Durchschnitt also
Maisfütterung . . . . 0,67 kg verd. Fett und 2,16 kg Zuwachs
Reismehlfütterung . . 1,15 „ „ „ „ 2,05 „ „

Nach früheren Versuchen desselben Versuchsanstellers:
Maisfütterung . . . . 0,61 kg verd. Fett und 1,91 kg Zuwachs
Reismehlfütterung . . 1,02 „ „ „ „ 2,03 „ „

Im gesamten Durchschnitt dieser Versuche betrug die tägliche Zunahme
bei fettärmerer Fütterung . . . . 2,04 kg
bei fettreicherer „ . . . . 2,04 „

Die Einführung größerer Fettmengen in das Futter als Ersatz für eine gleichwertige Menge Kohlenhydrate hat also zu keinem besseren Masterfolge geführt.

Durch verschiedene von uns (S. 150) bereits näher bezeichnete Untersuchungen ist der Beweis erbracht worden, daß manche Fette und Öle teilweise

---

[1]) A. a. O. S. 692.

unverändert im Tierkörper abgelagert werden und ihre Eigenschaften auf das produzierte Körperfett übertragen. Hiernach hat man es bis zu einem gewissen Grade in der Hand, die Beschaffenheit des bei der Mast entstehenden Fettes zu beeinflussen. Was an Fett aus den Kohlenhydraten und wohl auch aus den Eiweißstoffen der Nahrung entsteht — und dieses stellt den Hauptbetrag des bei der Mast erzeugten Fettes dar —, besitzt in den für den menschlichen Konsum bestimmten Fleischstücken beim Wiederkäuer eine harte, talgige Beschaffenheit, die nicht gerade bevorzugt ist. Hier läßt sich durch Verabreichung gewisser ölreicher Futtermittel eine willkommene Veredelung der Schlachtprodukte erzielen, wie in einem Fütterungsversuch von Fr. Albert[1]) gezeigt worden ist. Der Genannte mästete vier Abteilungen von Lämmern und verabreichte bei einem gleichbleibenden Grundfutter von 70 kg eingesäuerten Schnitzeln, 5 kg Wiesenheu und 10 kg Stroh auf 1000 kg Lebendgewicht

der 1. Abteilung 6,16 kg Mais und 6,63 kg Sonnenblumensaatkuchen,
„ 2. „ 10,58 „ Erbsenschrot und 1,19 kg Weizenschalen,
„ 3. „ 3,73 „ Erdnußkuchen und 10,57 kg Gerstenschrot und
„ 4. „ 11,75 „ Weizenschalen und 4,69 kg Rapskuchen.

Diese Rationen enthielten an verdaulichem Eiweiß durchweg 2,56 kg und auch an stickstofffreien Nährstoffen einschließlich Fett überall die gleiche Menge von 17,50 kg, während an verdaulichem Fett auf 1000 kg verzehrt wurden von der Abteilung

	1	2	3	4
Kilogramm . .	1,27	0,25	0,50	0,83

Während einer 3½ monatlichen Mastperiode nahmen die Lämmer, welche zu Anfang ein durchschnittliches Lebendgewicht von 37—39 kg besaßen, zu:

	1	2	3	4
im ganzen, kg . . .	21,3	18,3	15,8	15,5
pro Tag und Stück, kg	0,203	0,174	0,150	0,148

Die sachverständige Bonitierung der Schlachtstücke ergab, daß die Qualität der letzteren genau mit den während der Fütterung aufgenommenen Fettmengen übereinstimmte und demnach die Sonnenblumensaatkuchen-Maisfütterung die edelste, die Erbsen-Kleiefütterung die geringwertigste Schlachtware geliefert hatte. Die Härte und Streichbarkeit des Talges war am günstigsten bei der Abteilung, welche Sonnenblumensaatkuchen und Mais erhalten hatte, und wich von der Beschaffenheit des gewöhnlichen Hammeltalges soweit ab, daß man das Fett dieser Tiere weit eher für ein Gemisch von Schweinefett und Talg, als für reinen Talg halten konnte. Auch die Kostprobe des Lammbratens bewies, daß durch diese Verbesserung des Talges „ein Schlachtgut von außergewöhnlich feiner Beschaffenheit gewonnen war, vergleichbar etwa dem Unterschiede zwischen einem gewöhnlichen guten Kalbsrücken und der Delikatesse des sorgfältig mit Milch und Eiern erzeugten hannöverschen Kalbsrückens“. Der Rapskuchen in Verbindung mit Weizenkleie hat einen mittelweichen, die Erbsen- und Weizenkleie einen mittel-

[1]) Landw. Jahrbücher 28. Bd., 1899, S. 975.

harten und die Erdnußkuchen in Verbindung mit Gerstenschrot einen harten krümeligen Talg geliefert. — In einem anderen Versuch, in welchem derselbe Autor[1]) die Wirkung des Baumwollsaatmehles mit der des Fleischfuttermehles bei der Rindviehmast verglich, sprach die Beschaffenheit des Talges zugunsten des letzteren Futtermittels, indem das Baumwollsaatmehl einen harten, trocknen, das Fleischmehl einen weichen, fettigen Talg und ebensolches Nierenfett erzeugt hatte. — Die Verabreichung gewisser fettreicher Futtermittel, wie hier des Sonnenblumensaatkuchens und des Fleischmehls, gestattet es also, die Beschaffenheit des bei der Mast der Wiederkäuer abgelagerten Körperfettes sehr wesentlich zu beeinflussen und — was hier noch besonders hervorgehoben werden muß — auch die Lebendgewichtszunahme außerordentlich zu fördern.

Auch bei der Mast der **Schweine** treten die Eigenschaften des Futterfettes in der Beschaffenheit des Speckes sehr deutlich hervor, wie sehr beachtenswerte Untersuchungen[2]) von **N. Fjord, F. Friis** und **P. V. F. Petersen** lehren. Verschiedene Futtermittel, einzeln oder in Mischung miteinander verabreicht erzeugten Speck von folgender Qualität, wobei die Zahlen 1 und 2 gute Beschaffenheit, 3 etwas weiche Konsistenz und 4—5 schlechte Ware bezeichnen:

I	
Getreide	1,5
Futterrüben	1,7
Mohrrüben	1,5
Turnips	1,6
Getreide (Roggen und Gerste)	1,3
Weizenkleie	2,8
Gerste	1,4
Mais	2,7

II	
Nur Getreide	1,2
$\frac{1}{2}$—$\frac{2}{3}$ Getreide + $\frac{1}{2}$—$\frac{1}{3}$ Sonnenblumensamen	2,2
0—$\frac{1}{2}$ Getreide + $\frac{1}{1}$—$\frac{2}{3}$ Sonnenblumensaatkuchen	3,4
$\frac{2}{3}$ Getreide + $\frac{1}{3}$ Palmkernkuchen	1,6
$\frac{1}{3}$ Getreide + $\frac{2}{3}$ „	1,2

III	
Nur Gerstenschrot	1,4
Mais bis zu 60 kg Körpergewicht, darauf Gerste	1,6
„ „ „ 70 „ „ „ „	2,0
„ „ „ 80 „ „ „ „	2,3
Nur Mais	2,7

Diese Ergebnisse, welche von **O. Lemmermann** und **G. Linkh**[3]) in Versuchen mit Mais und Palmkernkuchen bestätigt wurden, führen den Zusammenhang zwischen der Art des Futters und den Eigenschaften des Körperfettes sehr deutlich vor Augen und lassen ferner erkennen, daß der ungünstige Einfluß von Futtermitteln der einen Art aufgehoben oder gemildert werden kann, wenn man rechtzeitig zu anderem Futter übergeht.

---

[1]) Landw. Jahrbücher 28. Bd., 1899, S. 963.

[2]) Zentralblatt für Agrikulturchemie 22. Jahrg., 1893, S. 312 und 24. Jahrg., 1895, S. 543.

[3]) Landw. Jahrbücher 32. Bd., 1903, S. 635.

Nach Maßgabe der obigen Untersuchungen und der praktischen Erfahrung bilden beim Schweine wie beim Wiederkäuer die kohlenhydratreichen, fettarmen Körner der Getreidearten (Roggen und Gerste, Erbsen, Bohnen, Linsen) festen Speck und harten Talg, ebenso die Kartoffeln und Rübengewächse, und unter den Ölkuchen die Palmkern- und Kokosnußkuchen. Weicheres bis öliges Körperfett liefern dagegen die Sonnenblumensamenkuchen, Leinkuchen, Rapskuchen, das Reisfuttermehl, der Mais, die Weizenkleie, der Hafer, das Fleisch- und Fischfuttermehl. Beim Wiederkäuer führen die einen weicheren Talg, beim Schweine die einen festeren Speck liefernden Futtermittel zur Qualitätsverbesserung der Schlachtstücke.

Die Beschaffenheit des Körperfettes wird aber nicht bloß beeinflußt von der Art des Futters, sondern bis zu einem gewissen Grade auch von der Umgebungstemperatur, wie V. Henriques und C. Hansen[1]) zuerst festgestellt haben. Den genannten Forschern war es bei Versuchen mit Schweinen aufgefallen, daß der Oleingehalt, welcher die Weichheit des Fettes bedingt, am höchsten ist bei dem direkt unter der Haut befindlichen Fettpolster, am niedrigsten dagegen in dem an den Nieren und am Darm abgelagerten Fett. Sie vermuteten, daß diese Unterschiede mit der Temperatur der Gewebe zusammenhingen, die nach ihren Beobachtungen im Leibesinnern viel höher (39,0° C.) ist, als unter der Haut (33,7° C.). Um Gewißheit zu erlangen, stellten sie folgende Untersuchung an: Von 3 Ferkeln desselben Wurfes, welche gleiches Futter erhielten, wurde das eine in einem auf 30—35° C. erwärmten Raume, die beiden anderen in einem Stalle gehalten, dessen Temperatur um 0° C. herum schwankte; eines der beiden letzteren Tiere wurde in einem Schafpelz mit der Wolle nach innen so eingenäht, daß nur der Kopf und die Beine freiblieben. Als nach Ablauf einer 2monatlichen Fütterung die Tiere getötet und die Fette der verschiedenen Körperteile untersucht wurden, bestätigte sich in der Tat jene Vermutung. Das in der Kälte gehaltene Schwein hatte in dem Unterhautfettgewebe ein Fett abgelagert, das nach Maßgabe seiner Jodzahl und seines Erstarrungspunktes leichter flüssig und daher oleinreicher war, als das den gleichen Körperstellen entnommene Fett der beiden anderen warm, bezw. im Pelz gehaltenen Tiere, die untereinander ziemlich gleiche Verhältnisse erkennen ließen. Würden sich diese Ergebnisse bei einer Wiederholung der Untersuchungen an einer größeren Zahl von Individuen bestätigen, so wäre zu folgern, daß man unter sonst gleichen Verhältnissen um so weicheren Speck erzielen würde, je mehr die Tiere der Kälte ausgesetzt sind. Ein solcher Einfluß der Temperatur wäre sehr wohl verständlich, denn die Fette befinden sich in allen Geweben des lebenden Körpers in flüssigem Zustande, in welchem sie im Bedarfsfalle am leichtesten angegriffen werden können. Beim Aufenthalt des Tieres in kalter Umgebung würden die der Körperoberfläche zunächst liegenden Fettschichten, sofern diese einen niedrigen Erstarrungspunkt besäßen, alsbald fest werden, wogegen sich der Organismus dadurch schützt, daß er an den meist gefährdeten Stellen oleinreicheres, weniger

[1]) Skand. Archiv für Physiol. 11. Bd., 1901, S. 155.

leicht gerinnbares Fett ablagert. Diese Ansicht findet eine Stütze in den Untersuchungen von E. Amthor und J. Zink[1]), nach denen Tiere gleicher Art in wildem Zustande ein mehr öliges, gezähmt ein weniger leicht schmelzbares Fett enthalten.

Nachdem wir uns im Vorangegangenen mit den Mengen von Eiweiß und Fett beschäftigt haben, welche ausgewachsenen Masttieren zu verabreichen sind, wenden wir uns dem Maße der stickstofffreien Nährstoffe von der Art der Kohlenhydrate zu, welches einer zweckmäßigen Mästung entspricht. Eine oberste Grenze für die gesamte Nahrungszufuhr ist bei jeder Tierart in der Organisation des Verdauungsapparates gegeben, welcher innerhalb einer bestimmten Zeit nur eine bestimmte Menge Futter aufnehmen und verarbeiten kann, während die untere Grenze bis in die Nähe des Beharrungsfutters heruntergehen kann und lediglich dem wirtschaftlichen Ermessen des Mästers anheimgestellt ist. Über ein gewisses Maß hinaus vermehrt, führt auch ein sonst zweckmäßig zusammengesetztes Futter zu Störungen der Verdauung und des für den Erfolg der Fütterung so notwendigen Wohlbefindens der Tiere. Es liegen Andeutungen selbst dafür vor, daß auch der normalen Verdauung und Resorption eine Grenze gesetzt ist, jenseits welcher die Verwertung des Futters leidet. So hat der Verfasser (S. 51) beobachtet, daß bei einer Steigerung einer gleich zusammengesetzten Tagesration von 10,8 auf 15,2 kg Trockensubstanz die Verdauung der organischen Substanz zwar nur von 76,1 auf 72,8% sank, was aber einer immerhin nicht unbeträchtlichen Abnahme von 0,46 kg verdaulicher, organischer Substanz gleichkam. In ähnlichem Sinne sprechen sich auch einige Versuche von M. Maercker und A. Morgen[2]) aus, die bei extrem hohen Futtergaben eine entsprechende Steigerung der Lebendgewichtszunahme nicht beobachten konnten. Die genannten Forscher fanden bei Masthammeln, die bei gleicher Eiweißzufuhr verschiedene Mengen stickstofffreie Nährstoffe enthielten, folgende Verhältnisse:

In der einen Versuchsreihe, in welcher neben 3,54 kg verdaulichem Rohprotein 16,5, 18,9 bezw. 21,3 kg verdauliche stickstofffreie Nährstoffe gereicht wurden, betrug die tägliche Zunahme — alles auf 1000 kg Lebendgewicht berechnet — 3,557, 3,763 bezw. 2,789 kg. Bei einer gleichbleibenden Zufuhr von 5,18 kg Rohprotein und bei 18,1, 20,7 bezw. 23,3 kg stickstofffreien Nährstoffen stellte sich der Zuwachs auf 4,062, 3,873 bezw. 3,695 kg, und in einer dritten Reihe, in welcher neben 4,57 kg Rohprotein 18,25 bezw. 20,50 kg stickstofffreie Nährstoffe verabfolgt wurden, war die Zunahme 3,367 bezw. 3,281 kg. An diesen Ergebnissen änderte sich nichts, als man neben den stickstofffreien Nährstoffen auch die Menge des Rohproteins erhöhte; bei 3,99 kg Rohprotein und 19,95 kg stickstofffreien Nährstoffen betrug die Zunahme 3,237 kg, bei 4,65 kg Rohprotein und 21,20 kg stickstofffreien Nährstoffen dagegen nur 3,170 kg. Hiernach brachte eine Vermehrung der stickstofffreien Nährstoffe einschließlich des Fettes auf mehr als 18—19 kg nicht nur keine Steigerung der Lebendgewichtszunahme, sondern

---

[1]) Zeitschrift für analyt. Chemie 36. Bd., 1897, S. 1.

[2]) Fütterung und Schlachtergebnis, Berlin 1893, S. 22 und 33.

sogar eine empfindliche Abnahme und, wie die Schlachtergebnisse zeigten, auch eine Qualitätsverminderung der Fleischstücke. Wenn nun auch kaum anzunehmen ist, daß die Versuchstiere, ohne zu erkranken, so außerordentlich starke Rationen, wie hier verabreicht, haben bewältigen können, so geht aus den Beobachtungen immerhin hervor, das extrem hohe Nährstoffmengen schlechter verwertet werden, als etwas niedrigere Rationen. — Nach einigen Versuchen von W. Schneidewind und D. Meyer[1]) soll ein befriedigender Masterfolg bereits erreicht werden, wenn an Ochsen pro 1000 kg Lebendgewicht 1,7 kg verdauliches Rohprotein und 10,6 kg verdauliche stickstofffreie Nährstoffe einschließlich Fett, zusammen 10 kg Stärkewert gereicht werden; der tägliche Zuwachs auf 1000 kg Lebendgewicht stellte sich bei dieser niedrigen Ration auf 2,35 kg. Dieses Ergebnis wurde durch eine große Anzahl von Versuchen bestätigt, die mit Unterstützung des Reichsamt des Innern vom Deutschen Landwirtschaftsrat[2]) ausgeführt wurden. Maercker und Morgen dagegen beobachteten bei Mastochsen, als sie bei gleicher Zufuhr von 2,73 kg Rohprotein die Menge der stickstofffreien Nährstoffe von 12,75 auf 16,4 kg steigerten, daß sich der tägliche Zuwachs von 2,003 auf 2,294 kg erhöhte.

Von welcher Bedeutung die Beachtung des Stärkewertes der Futtermittel bei der Auswahl der Mastfutterstoffe ist, haben kürzlich W. Schneidewind, D. Meyer und W. Gröbler in einem Mästungsversuch mit 30 Stück jungen schwarzbunten ostpreußischen Ochsen gezeigt.[3]) Sämtliche Tiere erhielten gleiche Mengen verdauliche Nährstoffe, nämlich auf 1000 kg Lebendgewicht täglich 2,0 kg verdauliches Eiweiß und 11,5 kg verdauliche stickstofffreie Stoffe (einschl. Fett × 2,2); die eine Hälfte von 15 Tieren bekam in dieser Ration jedoch sehr viel, die andere wenig Rauhfutter. Auf 1000 kg Lebendgewicht verzehrten die Tiere täglich:

Hohe Rauhfuttermenge bei niedriger Kraftfuttergabe	Niedrige Rauhfuttermenge bei hoher Kraftfuttergabe
10 Tiere im Tiefstall	10 Tiere im Tiefstall
8,0 kg Strohhäcksel,	5,0 kg Strohhäcksel,
8,0 „ Wiesenheu,	5,0 „ Trockenschnitzel,
5,0 „ Trockenschnitzel,	3,59 „ Baumwollsaatmehl,
3,74 „ Baumwollsaatmehl,	6,37 „ Maisschrot.
0,49 „ Maisschrot.	
5 Tiere im Flachstall	5 Tiere im Flachstall
8,0 kg Strohhäcksel,	5,0 kg Strohhäcksel,
8,0 „ Heu,	40,0 „ gesäuertes Schnitzel-Kraut,
40,0 „ gesäuertes Schnitzel-Kraut,	3,40 „ Baumwollsaatmehl,
3,56 „ Baumwollsaatmehl,	6,87 „ Maisschrot.
1,00 „ Maisschrot.	

[1]) Landw. Jahrbücher 36. Bd., 1907, S. 687; s. auch dieses Lehrbuch S. 434.

[2]) Berichte über Landwirtschaft, herausgegeben vom Reichsamte des Innern, Heft Nr. 36.

[3]) Deutsche landw. Presse 1910, Nr. 102, S. 1123.

Nach einer Mastzeit von 133 Tagen hatten die 15 mit hohen Rauhfuttermengen versehenen Ochsen um 577, die mit niedrigen Rauhfuttermengen gefütterten Tiere um 638 kg zugenommen. Erstere ergaben ein Schlachtgewicht von 53,0, letztere von 57,1%, und bei der Bonitierung der Schlachtstücke erhielten die Tiere, die hohe Rauhfuttermengen verzehrt hatten, nur 2,3, die anderen 3,3 Punkte. Das finanzielle Ergebnis fiel durchaus zugunsten der rauhfutterarmen Rationen mit hohem Stärkewert aus, indem der Gewinn aus der Mast dieser Tiere um 44,07 M pro Stück höher war, als bei den mit viel Rauhfutter ernährten Tieren trotz gleicher Mengen verdaulicher Nährstoffe, ein schlagendes Beispiel für die Unzulänglichkeit der Futterberechnungen nach verdaulichen Nährstoffen und für die Überlegenheit der Rechnung mit Stärkewerten.

a) **Das Mastfutter für ausgewachsene Wiederkäuer.** — Wenn wir voraussetzen, daß bei der Mast volljähriger Rinder außer dem Kraftfutter und den etwa zur Verwendung kommenden Wurzelgewächsen, Knollen, Schnitzeln usw. auf 1000 kg Lebendgewicht 10—15 kg Rauhfutter, worunter 2,5—8 kg Sommerhalmstroh verabfolgt werden, so würden auf 1000 kg Lebendgewicht täglich an Trockensubstanz 25—30 kg und an verdaulichen Nährstoffen höchstenfalls:

1,6 kg Eiweiß, 0,7 kg Fett und 16 kg stickstofffreie Nährstoffe + Rohfaser mit einem Stärkewert von 14,5 kg

zu verabreichen sein. Bei geringeren Rauhfuttergaben kann man beim Rinde mit dem Stärkewert bis auf 10—12 kg zurückgehen, um immer noch einen täglichen Zuwachs von 2 kg auf 1000 kg Lebendgewicht zu erreichen. Was die Menge der verdaulichen Nährstoffe betrifft, so richtet sich dieselbe in der Hauptsache nach der Wertigkeit der Futtermittel, welche die Ration zusammensetzen. Wer minderwertige Futterstoffe (Stroh, Heu, Kleie, Trockenschnitzel usw.) benützt, ist darauf angewiesen, um auf gleichen Stärkewert zu kommen, an verdaulichen Nährstoffen verhältnismäßig mehr, und wenn umgekehrt mehr vollwertige Futtermittel (Kartoffeln, Getreideschrot, Futtermehle, Ölkuchen) neben wenig Rauhfutter benützt werden, im Verhältnis weniger an Nährstoffen aufzuwenden. In beiden Fällen aber darf das Eiweißverhältnis nicht über 1 : 10 erweitert werden, da sonst eine Verminderung der Futterverdauung in sicherer Aussicht steht. Eine Erhöhung der Eiweißgabe ohne Veränderung des Stärkewertes würde an der Mastwirkung der Ration nichts ändern, wohl aber unter Umständen die Kosten der Fütterung steigern.

Was die Futterstoffe betrifft, welche sich zur Mästung der Wiederkäuer eignen, so ist ihre Auswahl außerordentlich groß. Beschränkungen hat man sich nur insofern aufzuerlegen, als bei gleicher Schmackhaftigkeit und Bekömmlichkeit die Verdaulichkeit bezw. der Stärkewert und der Wassergehalt zu berücksichtigen ist. Jedermann weiß, daß man mit Getreidestroh, Spreu und ähnlichen Futterstoffen keine nennenswerte Lebendgewichtszunahme erzielen kann. Führt man diese Stoffe in reichlicher Menge in die Mastration ein, so bleibt bei dem begrenzten Aufnahmevermögen der Tiere nicht Raum genug für den Verzehr der leichter verdaulichen, wirksameren Futterstoffe. Bei intensiver Mast wird man daher diese geringwertigeren Futtermittel auf ein niedriges Maß beschränken und unter Umständen an Rauhfutter nicht mehr als 5—10 kg auf 1000 kg Lebend-

gewicht verabreichen, um die Freßlust der Tiere dauernd rege zu halten. Selbst gutes Wiesen- und Kleeheu, die sonst eine vorzügliche Schlachtware liefern, kommen als Hauptfutter nur selten in Frage, da sie bei großem Volumen einen zu geringen Produktionswert besitzen. Anders steht es freilich mit den jungen Pflanzen guter Weiden, die, wie wir gesehen haben, in ihrer Nährwirkung den vollwertigen Futterstoffen ziemlich nahe stehen und in besonders begünstigten Gegenden oft als ausschließliches Mastfutter dienen. Auch bei den besten Weiden bleibt es zu empfehlen, den Tieren vor dem Austreiben etwas Heufutter zu reichen, besonders in der ersten Zeit des Weideganges, wo infolge hastigen Verzehrs des schmackhaften, aber ungewöhnten grünen Futters sich leicht Verdauungsstörungen einstellen. Je nach dem Nährstoffgehalt und der Menge des Weidefutters sollte man überhaupt immer auf die Ergänzung der Nährstoffzufuhr nach der einen oder anderen Richtung halten und ein passendes Beifutter gewähren. In der Regel gelingt es überhaupt nicht, Rinder auf der Weide zur vollen Mastreife zu bringen, sondern es macht sich notwendig, der Weidemast eine Stallmast folgen zu lassen. Auch Schafe werden auf der Weide meist nur angemästet, um später im Stalle die volle Ausmästung zu erlangen. Im ganzen aber stellt sich die Weidemast billiger als die Stallmast, weil die Haltung und Pflege der Tiere auf der Weide auch bei sorgfältiger Beaufsichtigung und genauer Zuteilung der zu beweidenden Fläche mit einem geringeren Arbeitsaufwande verbunden ist. Daraus darf freilich nicht geschlossen werden, daß sich das Futter bei Weidebetrieb etwa besser verwertet als bei Stallhaltung. Die stärkere Bewegung der Tiere, die Unbilden der Witterung im Freien bringen es vielmehr mit sich, daß beim Weidegang die bloße Lebenderhaltung der Tiere eine etwas größere Menge Nährstoffe verschlingt als bei dem ruhigen Aufenthalte in einem geschützten Stalle, wofür auf der Weide freilich die Freßlust eine regere ist und meist größere Futtermassen verzehrt werden. — Bei der Verabreichung von Grünfutter im Stalle läßt sich selbstverständlich ein ebenso vollständiger Ausmästungsgrad erzielen wie bei Trockenfütterung, sofern eben je nach der Beschaffenheit des Grünfutters eine Ergänzung der Ration durch passende Zulagen stattfindet, sei es, daß man bei hohem Eiweißgehalt der grünen Pflanzen (Klee, Luzerne, Wicken, Serradella usw.) eine entsprechende Gabe Getreide- oder Maisschrot, Reisfuttermehl, Trockenschnitzel und ähnliche kohlenhydrat- und fettreiche Futtermittel zufügt oder im entgegengesetzten Falle den Proteingehalt durch Ölkuchen, getrocknete Biertreber, getrocknete Schlempe, Hülsenfruchtschrot usw. auf die erforderliche Höhe bringt.

In weitaus der Mehrzahl der Fälle vollzieht sich die Mast in der Weise, daß man zu einer durch die wirtschaftlichen Verhältnisse bestimmten Heu- und Strohgabe verzugsweise die billigeren Rüben und Knollenfrüchte (Runkelrüben, Mohrrüben, Turnips, Kohlrüben, Topinambur), bei niedrigem Verkaufspreise auch die Kartoffeln, ferner Rübenschnitzel, Melasse, Lupinen, Biertreber Schlempe, Kartoffelfaser usw. benützt und das noch Fehlende durch passende Kraftfuttermittel ergänzt. Über die Zubereitung, Verwendung und Bekömmlichkeit, sowie über die zweckmäßig einzuhaltende Menge an diesen Futtermitteln haben wir bereits in dem II. Teile dieses Buches die erforderlichen Angaben gemacht.

Es sei an dieser Stelle nochmals daran erinnert, daß der Zucker als Bestandteil des Mastfutters vom Wiederkäuer nicht in dem Maße verwertet wird, wie die vollwertigen Kohlenhydrate von der Art des Stärkemehls und anderer Polysaccharide, sondern hier einen niedrigen Produktionswert besitzt (S. 160). Auch diese zunächst auf wissenschaftlichem Wege festgestellte Tatsache hat ihre Bestätigung in praktischen Versuchen gefunden. Nachdem schon M. Maercker und G. Zimmermann[1]) mit der Zuckerfütterung bei Masthammeln sehr ungünstige Erfahrungen gemacht hatten, nahmen später Th. Pfeiffer und Fr. Lehmann[2]) diesen Gegenstand wieder auf, kamen aber ebenfalls zu dem Resultat, daß der Zucker bei der Mast der Wiederkäuer weniger leistete als andere Kohlenhydrate. Zieht man hierzu weiter in Betracht, daß nach Beobachtungen Ramms[3]) der Zucker auch bei der Fütterung des Milchviehs weniger wirksam war, als vollwertige Nährstoffe anderer Art, so wird der Rohrzucker bei den hohen Preisen, die für ihn gegenwärtig noch verlangt werden, vorläufig als Mastfutter für Wiederkäuer nicht zu empfehlen sein; anders liegen freilich die Verhältnisse bei den zuckerreichen Rübenarten und bei der Melasse, die bei ihren niedrigen Erzeugungskosten bezw. Marktpreisen und wegen ihrer Schmackhaftigkeit trotz der geringeren Wirkung des in ihnen enthaltenen Zuckers vorzügliche Mastfuttermittel darstellen.

Bei der Wahl der Futtermittel ist fernerhin auch die Menge des Wassers zu berücksichtigen, welche man mit der Ration in den Körper einführt. Da unter normalen Verhältnissen Rinder auf 1 Teil Futtertrockensubstanz 3—4, Schafe nur 2—3 Teile Wasser im Futter und in der Tränke zusammen aufnehmen, ein Mehrkonsum aber den Geweben eine schwammige, gedunsene Beschaffenheit verleiht, die Widerstandsfähigkeit der Tiere herabsetzt und zu noch anderen nachteiligen Einwirkungen auf den Säftestrom (S. 185) führt, so hat man dafür Sorge zu tragen, daß das Futter nicht schon mehr Wasser enthält, als die Tiere überhaupt brauchen und freiwillig aufnehmen würden. Selbst das schon sollte man vermeiden, daß im Futter der Wasserbedarf gerade gedeckt und der Verzehr von Tränkwasser eben unterdrückt wird; denn eine solche Wasserversorgung bedeutet nicht dasselbe, wie die periodenweise Zufuhr eines erfrischenden Trunkes. Wo man also durch besondere Umstände gezwungen ist, große Mengen wässerigen Futters (Rübenschnitzel, Schlempe, Biertreber, Kartoffelfaser, Rübenblätter usw.) bei der Mast zu verwerten, da suche man die nachteiligen Folgen durch gleichzeitige Verabreichung von Trockenfutter tunlichst abzuwenden.

Der Verzehr der hohen Rationen, welche bei der Mästung verabreicht werden, läßt sich in vielen Fällen nur ermöglichen, wenn man durch geeignete Vermischung des einen mit einem anderen Teile des Futters oder durch besondere Zubereitung für die erforderliche Schmackhaftigkeit sorgt. Letztere zu erhöhen ist eine sehr schätzenswerte Eigenschaft der als Mastfutter an sich so wertvollen

[1]) Zentralblatt für Agrikulturchemie 14. Jahrg., 1885, S. 375.
[2]) Journal für Landw. 24. Jahrg., 1886, S. 142.
[3]) Landw. Jahrbücher 26. Bd., 1897, S. 732.

Melasse, die mit Wasser verdünnt über die weniger schmackhaften Futtermittel gegeben, die Tiere geradezu zum Fressen zwingt. Als geschmackverbesserndes Mittel ist fernerhin das Kochsalz zu nennen, dessen gewöhnliches Maß (S. 434) bei der Mast unbedenklich verdoppelt werden kann und besonders dann erhöht werden sollte, wenn man große Mengen Rübenschnitzel, Kartoffeln, Kartoffelfaser und andere fade Futtermittel zu verabfolgen gezwungen ist.

Welches auch die Art des Mastfutters sein möge, ein gewisser Teil desselben, nämlich derjenige, der zur bloßen Lebenserhaltung dient, bleibt unproduktiv. Zur Wirkung gelangt nur das vom Futter, was als Überschuß über den Erhaltungsbedarf gereicht wird. Je größer dieser Überschuß innerhalb der durch die Leistungsfähigkeit des Verdauungsapparates gezogenen Grenzen ist, um so rascher geht die Fettablagerung vor sich und um so eher ist die Mast beendet. Wenn wir z. B. bei intensiver Fütterung innerhalb 3 Monaten das gewünschte Ziel erreichen, brauchen wir bei einer Mastration von geringerem Produktionswert vielleicht 5 Monate, um den gleichen Mastzustand zu erzielen. In dem ersteren Falle hat man den unproduktiven, zur bloßen Erhaltung dienenden Teil der Ration nur 3, im anderen Falle eben 5 Monate zu verabfolgen und dazu auch alle anderen Kosten für Haltung und Pflege zwei Monate länger zu tragen. Aus diesem Beispiel wird ohne weiteres klar, daß die Mästung mit schwächeren Rationen eines größeren Aufwandes bedarf als die intensive Mastfütterung. Wo also nicht zwingende Gründe vorliegen und nicht etwa z. B. größere Vorräte an Stroh und Heu oder geringeres Weidefutter zur Mästung verwendet werden müssen, da wird sich ein reichliches Futter von hohem Produktionswert am rentabelsten erweisen. Vor einer Überfütterung ist aber im Hinblick auf die S. 466 angegebenen Versuchsergebnisse selbstverständlich ebenso zu warnen, wie vor zu geringer Nahrungszufuhr.

Alles, was die Tiere beunruhigt, wie Unpünktlichkeit bei den Mahlzeiten, rohe Behandlung, schlechte und unregelmäßige Einstreu usw. erhöht den Stoffverbrauch und wirkt somit der Fettablagerung entgegen. Welchen Einfluß in dieser Richtung schon die bloße Muskelanstrengung beim Stehen ausübt, hat kürzlich H. P. Armsby[1]) gezeigt, indem er den Energieumsatz eines Ochsen bei Erhaltungsfutter während des Liegens und Stehens feststellte. Setzt man den Verbrauch beim Liegen gleich 1, so erhöhte das Stehen diesen Betrag auf 1,28 bis 1,35, also um fast ein Drittel. Hiernach wird es ohne weiteres verständlich, daß der Effekt eines Futters stark herabgesetzt werden muß, wenn zu der Anstrengung beim Stehen noch stärkere Muskelbewegungen und nervöse Erregungen hinzutreten. Wer für das Wohlbefinden seiner Masttiere sorgt, spart an Futter.

Die Mast der Wiederkäuer vollzieht sich nach praktischen Erfahrungen am besten im gewöhnlichen Flachstall, der, um den Anreiz des Lichtes auf die Lebhaftigkeit der Tiere zu vermindern, mäßig dunkel gehalten werden soll. Unter sonst gleichen Verhältnissen bringt die Haltung im Tief- bezw. Laufstall eine andauernde Bewegung, Unruhe und gegenseitige Störung unter den Tieren mit

---

[1]) The avaitable energy of thimothy hay, Washington 1903, S. 35.

sich, die von Nachteil sein kann.[1]) Die **Stalltemperatur** soll bei intensiver Mast eher etwas niedriger, denn höher gehalten werden als für andere Zwecke der Tierhaltung. Reichlich gefütterte Tiere erzeugen nämlich, wie schon früher angedeutet wurde, erheblich mehr Wärme, als sie unter gewöhnlichen Verhältnissen nötig haben. So erzeugt ein Ochse von 500 kg Lebendgewicht bei Beharrungsfutter rund 11500, bei einem mittleren Mastfutter dagegen rund 25000 Wärmeeinheiten, die aus dem Körper zu entfernen sind. Liegt nun die Stalltemperatur hoch, so kann dieser große Wärmeüberschuß nur zum geringen Teil durch Leitung und Strahlung abgegeben werden, ein größerer Teil muß dann vielmehr in latenter Form im Wasserdampf ausgeschieden werden. Die Folgen eines warmen Stalles treten daher in einem erhöhten Wasserbedürfnis der Tiere hervor, das aus schon angegebenen Gründen gern vermieden wird. Wird dazu die Wasserverdunstung vom Tiere, sei es durch ungenügende Ventilation des Stalles, sei es durch starke Behaarung oder durch das unter der Haut abgelagerte Fett eingeschränkt, so schützt sich das Tier vor der drohenden Überwärmung seines Körpers instinktiv durch geringeren Futterverzehr, bei welchem die Ausmästung zu langsam vorschreitet. Gründe dieser Art sind es, welche die Mästung im Sommer erschweren und auch im Winter dazu führen, die Stalltemperatur auf mäßiger Höhe (10—15° C.) zu erhalten. Sie haben in manchen Gegenden der Vereinigten Staaten dazu geführt, von einer Benützung von Ställen für Mastrinder überhaupt abzusehen und die Tiere entweder ganz im Freien zu halten oder ihnen höchstens einen überdachten Bretterverschlag zuzuweisen, dessen der Wetterrichtung abgekehrte Seite ganz offen ist. Die praktische Erfahrung hat dort eben gelehrt, daß die Tiere sich im Stalle weniger rasch mästen lassen, als wenn sie im Freien gehalten werden. So beobachtete H. J. **Waters**[2]) in Missouri unter klimatischen Verhältnissen, welche denen des mittleren Deutschland gleichen, daß bei 3 Abteilungen von je 36 zweijährigen Ochsen, welche in der Zeit vom Oktober bis Februar gemästet wurden, das Lebendgewicht, der Futterverzehr und die Körpergewichtszunahme sich auf folgende Zahlen in amerikanischen Pfunden stellten:

	Durchschnittl. Anfangsgewicht	Futterverzehr im ganzen pro Kopf		Verdauliche organische Substanz pro Kopf und Tag	Lebendgewichtszunahme	
		Timotheeheu	Mais		im ganzen	pro Kopf u. Tag
Im Stall .	1205	3471	8883	19,2	803	1,78
Im Hofe mit Schutzhütte	1206	3395	9457	20,2	907	1,99
Im Hofe ohne Schutzhütte	1246	3935	9545	20,9	932	2,05

[1]) Vergleichende Versuche über die Mast im Flach- und Tiefstall haben bis jetzt keine übereinstimmenden Ergebnisse geliefert; vergl. hierzu Fr. **Albert**, Landw. Jahrbücher 27. Jahrg., 1898, S. 180 und W. **Schneidewind**, ebenda 31. Bd., 1902, S. 938 und 36. Bd., 1907, S. 695.

[2]) Nach freundlicher Privatmitteilung.

Der Aufenthalt im Freien während der ziemlich kalten und rauhen Jahreszeit hat hiernach gegenüber der Stallhaltung ganz entschiedene Vorteile gehabt. Die Tiere verzehrten außerhalb des Stalles mehr Futter, verbrauchten zur Erhaltung ihrer Eigenwärme wahrscheinlich etwas mehr Nahrung als bei Stallhaltung, setzten aber erheblich mehr in ihrem Körper an. Eine Umfrage bei einer sehr großen Zahl von Landwirten im Staate Missouri bestätigte in der Tat, daß man ganz allgemein dieselbe Erfahrung gemacht hat, wie sie aus dem obigen Versuch hervorleuchtet. Man wird daher nicht fehlgehen, wenn man annimmt, daß die Schwierigkeit, welche bei reichem Futter mit der Wärmeabgabe verbunden ist, die Nahrungsaufnahme einschränkt und eine langsamere Gewichtszunahme bedingt. Eine Erniedrigung der Umgebungstemperatur kann aber nur dann von Vorteil sein, wenn den Tieren eine möglichst hohe Ration und namentlich viel minderwertiges Futter beigebracht werden soll. Bei niedrigen Rationen drückt Kälte den Masterfolg herab.

Aus denselben Gründen, aus welchen eine niedrige Umgebungstemperatur eine günstige Wirkung auf die Mast auszuüben vermag, bringt auch das Scheren der Masttiere unter Umständen Vorteil. Die plötzliche Entfernung des Haar- oder Wollkleides ruft zunächst große Umwälzungen in der Art der Wärmeabgabe hervor, indem nach übereinstimmenden Beobachtungen[1]) infolge der Schur die Abgabe von Wasserdampf durch die Haut und Lunge, und damit auch der Tränkwasserverzehr bedeutend herabsinkt. So fanden z. B. E. Kern, H. Wattenberg und Th. Pfeiffer, daß Hammel, welche nur Erhaltungsfutter verzehrten, an Wasser in der Tränke durchschnittlich aufnahmen, bezw. durch Haut und Lunge gasförmig ausgaben:

	Tränkwasser	Gasförmig ausgeschieden[2])
Vor der Schur	2560 g	970 g
Nach „ „	1814 „	217 „
Differenz	746 g	753 g

Die Wasserabgabe durch Haut und Lunge sank also nach der Schur um rund 70%. Die nicht geschorenen Tiere müssen hiernach viel mehr Wärme erzeugt haben, als sie zur Erhaltung ihrer Körpertemperatur brauchten, und um diesen Überschuß los zu werden, genügte die Ausstrahlung durch den starken (9 Monate alten) Wollpelz nicht; es mußte für die Entwärmung die Verdunstung gasförmigen Wassers stark zu Hilfe genommen werden. Nach der Schur fehlte das Hindernis, das der Ausstrahlung entgegenstand, und der Organismus beantwortete die nach Einbuße des Wollkleides an ihn plötzlich herangetretene Forderung, sich vor zu weitgehender Abkühlung zu schützen, zunächst nicht durch

---

[1]) H. Weiske, Journal für Landw. 23. Jahrg., 1875, S. 306; E. Kern, H. Wattenberg und Th. Pfeiffer, ebenda 39. Jahrg., 1891, S. 1 und Th. Pfeiffer und G. Kalb, Landw. Jahrbücher 21. Bd., 1892, S. 203.

[2]) Nach annähernder Berechnung der Versuchsansteller. (Journal für Landwirtschaft 39. Jahrg., 1891, S. 1.)

erhöhte Verbrennung von Nährstoffen, sondern einfach dadurch, daß er weniger Wasser verdunstete. Zwar stieg in dem vorliegenden Versuch die Kohlensäureproduktion, welche vor der Schur täglich 719,6 g betrug, zwei Tage nach der Schur auf 783,3 g, aber diese Erhöhung ist wahrscheinlich nur auf lebhaftere Körperbewegungen zurückzuführen, welche die Tiere kurz nach dem Verluste des Vließes gewöhnlich ausführen. Kurze Zeit später wurde wieder fast genau soviel Kohlensäure, nämlich 721,4 g ausgegeben, wie vor der Schur. Ein so gewaltiger Eingriff in den Wärmehaushalt des Organismus, wie ihn die Schur mit sich bringt, wird selbstverständlich nicht immer ohne Einfluß auf die Stoffzersetzung bleiben, denn ein dichter Haarpelz schützt bis zu einem gewissen Grade vor Wärmeverlusten. In einem kalten Stalle und bei schwächerem, weniger Wärme liefernden Futter kann eben die Wärmeabgabe soweit gehen, daß ein Teil der Stoffe, welche beim nicht geschorenen Tiere noch der Fettproduktion dienen, nach der Schur zur Wärmebildung herangezogen werden müssen. Derartiges wurde z. B. von H. Henneberg, E. Kern und F. Meinecke[1]) bei der Wintermästung von Hammeln verschiedener Rasse beobachtet, indem in einem sonst normal (12,5° C.) temperierten Stalle je 1000 kg annähernd gleiche Futtertrockensubstanz bei nicht geschorenen Tieren an Fleisch und Fett 9,48, bei geschorenen nur 9,22 kg erzeugten. Tritt ein Mehrverbrauch nach der Schur ein, so erstreckt sich derselbe nicht bloß auf stickstofffreie, sondern auch auf stickstoffhaltige Nährstoffe, es verringert sich also unter Umständen auch der Fleischansatz, wie verschiedene Beobachtungen dartun. H. Weiske fand, daß bei erwachsenen Hammeln, die ein schwaches Produktionsfutter erhielten, der Stickstoffumsatz nach der Schur um 1 g stieg; auch Th. Pfeiffer und G. Kalb beobachteten eine solche Steigerung, die jedoch nur kurze Zeit anhielt, um dann einem erhöhten Stickstoffansatz Platz zu machen; und in den Versuchen von E. Kern, H. Wattenberg und Th. Pfeiffer wurde nach der Entfernung des Wollkleides ein erhöhter Stickstoffansatz festgestellt. Nach Th. Pfeiffer, der diese Ergebnisse kritisch bearbeitet hat,[2]) sollen diese Unterschiede in den Ergebnissen auf die Stalltemperatur zurückgeführt werden, welche in den drei Versuchsreihen 19,5, 12,6 bezw. 11—16° C. betrug; je wärmer die Umgebung war, um so weniger trat die den Stickstoffumsatz steigernde Wirkung der Schur ein und schlug bei hoher Umgebungstemperatur von 19,5° C. sogar in das Gegenteil um. Nach allem diesem ist eine Verbesserung der eigentlichen Futterverwertung nach dem Scheren nicht zu erwarten. Dagegen stimmen alle Beobachter darin überein, daß die Tiere nach der Schur eine regere Freßlust entwickeln, und das ist im ganzen der Hauptvorteil, welchen die Entfernung des Haarkleides bietet. Will man diesen Vorteil aber nicht durch einen gesteigerten Stoffverbrauch in Frage stellen, dann ist es geboten, während der kälteren Jahreszeit die Schur nur dann vorzunehmen, wenn man intensive Mast treiben will und dabei über einen warmen Stall verfügt. Das Scheren ist hauptsächlich ein Gegenmittel gegen die Überwärmung des

---

[1]) Journal für Landw. 25. Jahrg., 1877, S. 402.

[2]) Landw. Jahrbücher 21. Bd., 1892, S. 203.

Körpers, welche bei sehr reichlicher Nahrungszufuhr und hoher Außentemperatur entstehen und zu mangelhaftem Verzehr der Mastrationen führen kann. Bei niedrigen Futtergaben und mäßiger Umgebungstemperatur ist von der Schur ein Vorteil nicht zu erwarten.

Die Wirkung des Mastfutters äußert sich zunächst in der Lebendgewichtszunahme, die sich jedoch nicht vom Beginn bis zum Schlusse der Mast auf gleicher Höhe erhält. Unmittelbar bei dem Übergange zur Mastfütterung schnellt in der Regel das Gewicht der Tiere innerhalb der ersten Tage rasch in die Höhe, was aber nicht einem Ansatz von Fleisch und Fett, sondern der stärkeren Leibesfüllung der Tiere mit Futter und Tränkwasser zuzuschreiben ist. Erst nachdem sich diese Verhältnisse ausgeglichen haben und ein regelmäßiger Verzehr der Ration eingetreten ist, läßt sich der Nähreffekt durch fortlaufende Wägung der Tiere, am besten vor der Morgenfütterung, feststellen. Verfolgt man nun das Gewicht der Masttiere, so zeigt sich, daß je nach der Intensität der Fütterung verschieden lange Zeit hindurch eine ziemlich gleichbleibende Zunahme stattfindet. Zeitweise treten hier wie auch zuweilen später große Schwankungen auf, die auf ungleichmäßige Tränkwasseraufnahme, Harn- und Kotausscheidung zurückzuführen sind, sich aber im Durchschnitt von etwa 5 aufeinanderfolgenden täglichen Wägungen ausgleichen. Allmählich sinkt dann im Verlaufe der Mast die tägliche oder wöchentliche Zunahme immer mehr und mehr, bis sie schließlich ganz erlischt. Umstände verschiedener Art führen zu dieser Gestaltung der Zuwachslinie. Während nämlich zu Anfang der Mast neben dem Körperfett noch eine geringe Menge des wasserreichen Fleisches angesetzt wird, welches den Gewichtszuwachs stärker hervortreten läßt, wird später von ausgewachsenen Tieren einerseits sehr viel weniger Fleisch erzeugt; andrerseits lagert sich das Fett in die Gewebe ein und tritt hier an die Stelle von Wasser, welches aus dem Körper austritt. Die Kompensation zwischen Fettablagerung und Wasserabgabe kann dabei soweit gehen, daß eine Gewichtszunahme wenig oder gar nicht mehr zu beobachten ist. Wenn also gegen Ende der Mast das Körpergewicht unverändert bleibt, so bedeutet dies keineswegs, daß nunmehr der höchste Ausmästungsgrad erreicht und der Zuwachs an Fett abgeschlossen ist. Dem Kundigen, der die Dicke des Fettpolsters an verschiedenen Körperstellen zu schätzen und zu verfolgen imstande ist, entgeht es nicht, daß das Futter noch wirkt. Eine Grenze besteht freilich auch hier. Haben sich die Gewebe bis zu ihrem Fassungsvermögen mit Fett gefüllt, so tritt allmählich eine natürliche Reaktion gegen die weitere Fettbildung ein: die Tiere werden wählerisch und verzehren von dem vorgelegten Futter immer weniger.

Noch ein anderer Umstand führt im Verlaufe der Mast zu einer Verlangsamung des Ansatzes. Der Körpergewichtszuwachs, welcher bei der Mast erzielt wird, stellt nämlich höhere Anforderungen an das Erhaltungsfutter, wie ein gleiches Gewicht nicht gemästeter Tiere. Belege hierzu finden sich in einigen Untersuchungen, welche der Verfasser[1]) mit drei zwar nicht hochfetten, aber doch

---

[1]) Landw. Versuchsstationen 50. Bd., 1898, S. 245 und 53. Bd., 1900, S. 14.

gut gemästeten Schnittochsen ausgeführt hat. Diese Tiere bedurften zu ihrer bloßen Erhaltung pro 1000 kg Lebendgewicht einer Energiemenge von

Nr. I	23920 Cal,	bei einem Körpergewicht von	748 kg	
„ II	25280	„ „ „ „ „	750 „	
„ III	25830	„ „ „ „ „	858 „	
Mittel	25000 Cal,	bei einem Körpergewicht von	785 kg	

Im mageren Zustande, in welchem das durchschnittliche Lebendgewicht nur 630 kg betrug, war der Energiebedarf gleichaltriger Tiere pro 1000 kg Lebendgewicht zu 21300 Cal gefunden worden,[1]) woraus sich berechnet, daß der Gewichtszuwachs bei der Mast den Verbrauch um 17,4% gesteigert hatte. Bezieht man diesen Mehrbedarf auf das Gewicht, um welches die Tiere bei der Mast zugenommen hatten (155 kg), so findet man, daß 1 kg Zuwachs einem Energieverbrauch von 40,0 Cal entsprach, während 1 kg mageres Tier nur 21,3 Cal erfordert. Daß diese Verhältnisse den Gang der Lebendgewichtszunahme bei der Mast beeinflussen und allmählich verlangsamen müssen, liegt auf der Hand. — Für die Praxis der Mästung ergibt sich aus diesen Betrachtungen, daß die Produktionskosten für den Zuwachs an Fleisch und Fett sich gegen das Ende der Mast bedeutend erhöhen und 1 kg Lebendgewichtszunahme zuletzt mehr als doppelt soviel Futter beansprucht wie zu Anfang der Mastfütterung. Da mit Fett überladene Fleischstücke dem Geschmacke der Konsumenten nicht allgemein zusagen, so empfiehlt es sich auch aus diesem Grunde, die Mästung der Wiederkäuer nicht allzuweit zu treiben.

Wenn schlachtreife Masttiere nicht gleich veräußert werden können, sondern noch eine Zeitlang weiter gefüttert werden müssen, so entsteht die Frage, ob das bis dahin gereichte Mastfutter fortzugewähren oder ob es angängig ist, schwächere Rationen zu verwenden. Eine Antwort auf diese, den Erhaltungsbedarf gemästeter Tiere betreffende Frage findet sich in den soeben dargelegten Versuchsergebnissen, auf die wir gleich zurückkommen werden. Zunächst seien einige vom Verfasser[2]) herrührende Beobachtungen aus der Praxis vorgeführt, welche an 23 gemästeten Hammeln und Geltschafen angestellt worden sind. Nach vollendeter Mast waren 3 von diesen Tieren geschlachtet und der Körperzustand derselben näher bestimmt worden; die übrigen 20 Tiere wurden in kleine, von Hürden umgrenzte Einzelställe gebracht und pro Kopf und Tag anfangs mit 1,25—1,50 kg Grummet, später mit 1,5 kg Wiesenheu 2½ Monate lang gefüttert. Das Gesamtgewicht der Tiere betrug

	zu Beginn der Erhaltungsfütterung	am Schlusse derselben
9 Hammel	466,0 kg	476,0 kg
11 Geltschafe . . .	694,5 „	690,5 „

Eine Gewichtszunahme hat somit nicht stattgefunden. Die Schlachtung ergab folgende Durchschnitte in Prozenten des Lebendgewichts:

---

[1]) Landw. Versuchsstationen 53. Bd., 1900, S. 12.

[2]) Ebenda 50. Bd., 1898, S. 245.

	4 Viertel einschl. Nieren u. Nierentalg	Loser Talg (Nieren-, Netz- u. Darmfett)
Am Schlusse der Mast:		
Hammel	49,2%	5,3%
Geltschafe	53,2 „	11,8 „
Nach 70—75 Tagen bei Erhaltungsfutter:		
Hammel	47,6%	5,4%
Geltschafe	54,5 „	10,9 „

Versuche gleicher Art wurden ferner von O. Voßler[1]) mit Mastochsen ausgeführt. Von 4 gemästeten Tieren im Gewicht von 916, 932, 930 bezw. 925 kg wurden die beiden ersteren am Schlusse der Mast geschlachtet, die beiden anderen 47 Tage hindurch nur mit Wiesenheu ernährt, von welchem pro Tag und Kopf 18,6 kg verzehrt wurden. Bei dieser Fütterung nahm das Lebendgewicht wohl zum Teil infolge der stärkeren Leibesfüllung noch etwas zu, indem die Tiere am Schlusse der Heufütterung 972 bezw. 962 kg wogen. Beim Schlachten wurde in Prozenten des Lebendgewichts gefunden:

	Am Schlusse der Mast geschlachtet		Nach weiteren 47 Tagen mit Heufütterung	
4 Viertel mit Nieren und Nierentalg	55,6%	56,8%	57,5%	59,1%
Fett und Netz, Darm und Herz .	8,2 „	9,0 „	6,6 „	5,3 „

Exakte, mit Hilfe des Respirationsapparates angestellte Untersuchungen des Verfassers,[2]) auf welche wir uns bereits bezogen, erstrecken sich auf die Feststellung des Erhaltungsbedarfs dreier gut angemästeter Schnittochsen, von denen der eine im Gewicht von 748 kg täglich 9 kg mittelgutes Wiesenheu erhielt, mit diesem Futter jedoch nicht auskam, sondern noch 83,0 g Fleisch und 391,6 g Fett täglich zusetzte. Das zweite Tier, 750 kg schwer, erhielt täglich 6 kg Wiesenheu und 3 kg Roggenkleie und befand sich dabei nahezu im Gleichgewicht, indem es nur 16,9 g Fleisch und 23,7 g Fett täglich verlor. Das dritte Tier im Gewichte von 858 kg wurde mit einer Tagesration von 6 kg Wiesenheu, 5 kg Melasseschnitzeln und 1 kg Roggenkleie ernährt; trotzdem es aus diesem Futter auf 1000 kg Lebendgewicht täglich nur 0,68 kg Eiweiß und 7,20 kg stickstofffreie Nährstoffe einschließlich Fett verdaute, setzte es pro Tag noch 30,3 g Fleisch und 119,0 g Fett an. Um gemästete Tiere in fettem Zustande zu erhalten und Verluste von Fleisch und Fett zu vermeiden, bedarf es daher nicht der fortgesetzten Zufuhr von Mastfutter, sondern es genügen weit schwächere Rationen, die auf 1000 kg Lebendgewicht, je nach dem Ausmästungsgrade 1—1,5 kg verdauliches Eiweiß enthalten und einen Stärkewert von 7—9 kg besitzen. Je höher eben der Grad der Ausmästung, um so höher liegt der Erhaltungsbedarf. Wie einige der vorgeführten Versuche lehren, kommt man, sofern die Tiere nicht hochfett sind und noch die nötige Freßlust zeigen, schon mit reichlicheren Gaben von Wiesenheu mittlerer Güte aus. Der Übergang zum Erhaltungsfutter soll selbstverständlich allmählich geschehen, und es muß darauf geachtet werden, daß

---

[1]) Zentralblatt für Agrikulturchemie 12. Jahrg., 1883, S. 612.

[2]) Landw. Versuchsstationen 50. Bd., 1898, S. 251 und 53. Bd., 1900, S. 14.

die Tiere nicht beunruhigt werden oder Gelegenheit zu lebhaften Bewegungen finden; das ihnen zugedachte Erhaltungsfutter muß ferner schmackhaft genug sein, um von den fetten Tieren, die ja immer etwas wählerisch sind, auch wirklich verzehrt zu werden. Wegen der geringeren Leibesfüllung nach Erhaltungsfutter nimmt bis zur vollendeten Einführung der schwächeren Ration das Körpergewicht in der Regel etwas ab, ohne daß dabei nennenswerte Mengen Körpersubstanz in Verlust geraten. Eine Kontrolle durch regelmäßige Wägungen ist hier, wie auch während der eigentlichen Mästung, zu empfehlen.

Über den Ausmästungsgrad gibt, wie bereits dargelegt, die Lebendgewichtszunahme allein nicht ganz zuverlässige Auskunft, und da sich auch durch sachkundiges Befühlen der Fettpolster nur unbestimmte Anhaltspunkte über den Mastzustand gewinnen lassen, so beurteilt man den letzteren am besten durch die Wägung der Schlachtstücke. Gute Dienste leistet hierbei das Gewicht der 4 Viertel und des an den Nieren, am Netz und Darm abgelagerten losen Talges. Nach den Berechnungen E. Wolffs[1]) beträgt das Gewicht dieser Teile in Prozenten des Lebendgewichts der nüchternen Tiere:

	Ochsen			Schaf				
	mittelgenährt	halbfett	fett	mager	mittelgenährt	halbfett	fett	sehr fett
4 Viertel einschl. Nieren und Nierentalg . .	47,4	55,7	60,3	43,3	45,3	49,4	52,8	57,1
Nierenfett	2,0	2,5	3,5	1,0	1,6	2,4	3,6	4,4
Fett am Netz und Darm	2,3	2,9	4,5	3,0	4,1	4,9	6,8	7,0

b) **Das Mastfutter für ausgewachsene Schweine.** — Im Alter von 1—1½ Jahren, in welchem die raschwüchsigeren Schweinerassen als ziemlich ausgewachsen gelten dürfen und die Fleischbildung fast vollständig aufgehört hat, bedürfen die Schweine ebenso wie die volljährigen Wiederkäuer keiner besonders hohen Eiweißzufuhr. Einen exakten Beweis für diese durch die Praxis so häufig festgestellte Tatsache finden wir in den schönen Untersuchungen von E. Meißl[2]) und seinen Mitarbeitern mit 14—18 Monate alten Schweinen der großen Yorkshire- und einer ungarischen (Esseger) Rasse, welche in drei Beobachtungsreihen als Futter 1. Reis, 2. Gerste, 3. Reis, Fleischmehl und Molken erhalten hatten. Es war hier angesetzt worden pro Tag und Kopf:

Bei der Ration Nr.	1	1	2	3
Nährstoffverhältnis . . . . 1 :	11,8	13,7	7,0	2,4
Fleischansatz	38,0	48,0	34,1	45,1
Fettansatz	351,8	409,5	173,9	252,4

Eine so weitgehende Verengerung des Nährstoffverhältnisses, wie in den Versuchen mit der Fleischmehl-Ration (1 : 2,4), hatte hiernach gegenüber der alleinigen Verfütterung des eiweißarmen Reises (1 : 11,8—13,7) keine Erhöhung der Fleischbildung zur Folge. Wie beim erwachsenen Wiederkäuer, so kann auch hier die Eiweißzufuhr soweit beschränkt werden, daß nur noch die normale Ver-

[1]) Rationelle Fütterung, Berlin 1894, S. 260.

[2]) Zeitschrift für Biologie 22. Bd., 1886, S. 63.

dauung des Futters gesichert und der geringe Fleischzuwachs gedeckt wird. Da nun das Schwein ein sehr starkes Verdauungsvermögen für die Kohlenhydrate besitzt, und eine Depression der Futterausnützung selbst bei einem Nährstoffverhältnis von 1 : 12 noch nicht zu beobachten ist (S. 54), so genügt es für Tiere, die in einem mittleren Ernährungszustande zur Mast aufgestellt werden, wenn ihnen auf 10 Teile Kohlenhydrat (einschl. Fett) 1 Teil Eiweiß gereicht wird. Man kann aber auch noch ganz unbedenklich über dieses Maß hinausgehen und das Eiweißverhältnis auf 1 : 14—15 erweitern, denn das Eiweiß, das über dieses Maß hinaus zugeführt wird, dient nur der Fettproduktion.

Mit der Verabreichung von Fett muß man bei Mastschweinen überhaupt vorsichtig sein, insbesondere bei den erwachsenen, sogenannten Speckschweinen, bei denen fett- und ölreiche Futtermittel, wie (S. 464) im einzelnen bereits angegeben, die Qualität des Speckes leicht nachteilig beeinflussen. Bei richtiger Auswahl dieser Futtermittel mag man im Interesse einer beschleunigten Mast im ersten Monat bis zu 0,7 kg Fett pro Tag und 1000 kg Lebendgewicht verfüttern, später aber empfiehlt es sich schon wegen Erhaltung der Freßlust auf etwa die Hälfte dieser Gabe herabzugehen.

Die Menge der stickstofffreien Nährstoffe, welche die Schweine zu bewältigen und zu verwerten vermögen, ist sehr groß, beträchtlich größer als beim Rind oder Schaf. In schmackhaften, leicht verdaulichen Rationen verzehren die Schweine bis an 30 kg verdauliche Kohlenhydrate. Mit dem Vorschreiten der Mast, die in $3^1/_2$—4 Monaten zu Ende geführt werden kann, sinkt jedoch der Futterverzehr so bedeutend, daß gegen das Ende hin nur noch 19—20 kg Kohlenhydrat zugeführt werden können.

Bei der Aufstellung der Fütterungsnormen pflegt man diesen Verhältnissen Rechnung zu tragen und die Mast in 3 Perioden zu teilen. Damit wollen wir aber keineswegs etwa zu einem sprungweisen Übergange von einer Periode zur anderen verleiten, sondern nur Anhaltspunkte geben für Änderungen, welche ganz allmählich von Woche zu Woche vorzunehmen sind. Mittleren Verhältnissen, die hier allein Berücksichtigung finden können, entsprechen die folgenden Fütterungsnormen:

Pro Tag und 1000 kg Lebendgewicht	Trockensubstanz	Verdauliche Nährstoffe			Stärkewert
		Eiweiß	Fett	Kohlenhydrat	
	kg	kg	kg	kg	kg
1. Periode . . .	33—37	2,3	0,7	26,5	28,0
2. „ . . .	28—33	2,0	0,5	25,5	26,0
3. „ . . .	24—28	1,5	0,4	19,5	20,0

Befinden sich die Schweine beim Beginn der Mast in einem schlechten Ernährungszustande, so kann auch hier anfangs 2—4 Wochen hindurch ein etwas eiweißreicheres Futter, das bis zu 3 kg verdauliches Eiweiß enthält, zum Verzehr gebracht werden. Ebenso ist die Eiweißgabe zu erhöhen, wenn die Tiere noch nicht ganz ausgewachsen sind, worüber die erforderlichen Anhaltspunkte dem weiter unten folgenden Kapitel 6 zu entnehmen sind.

Was die Art des Futters, die Verwertung desselben, die Haltung und Pflege der Schweine bei der Mast betrifft, so decken sich diese Verhältnisse im allgemeinen mit denen, die für junge Mastschweine in Betracht kommen und die weiter unten (6. Kapitel) behandelt werden sollen.

Fünftes Kapitel.

Die Fütterung der Arbeitstiere.

Die Untersuchungen, welche über die Quelle der Muskelkraft angestellt und von uns früher (S. 188) beschrieben worden sind, haben gelehrt, daß zur Erzeugung nutzbarer Kraft im Tierkörper nicht bloß eine oder mehrere Gruppen von Nährstoffen, sondern alle die Substanzen des Futters und des Leibes herangezogen werden können, die bei ihrem Zerfall nicht Wärme allein, sondern auch dynamische Energie liefern. Wir haben erfahren, daß unter den gewöhnlichen Verhältnissen der Fütterung vornehmlich die Kohlenhydrate als kraftspendendes Material in Anspruch genommen werden, und daß das Eiweiß, welches zwar selbst ebenfalls Kraft liefert, bei der Krafterzeugung aus Kohlenhydraten oder Fetten keine Rolle, auch keine vermittelnde spielt. In dem Nahrungsbedürfnis des arbeitenden Tieres tritt hiernach eine große Ähnlichkeit mit dem Nahrungsbedürfnis des fettproduzierenden Tieres hervor. Nach vollendeter Ausbildung der Organe brauchen Tiere beider Art außer dem Minimum an Eiweiß, das zum Lebensunterhalt bei Stallruhe nötig ist, nur noch soviel von diesem Nährstoff, als zur Sicherung einer vollkommenen Verdauung des Futters erforderlich ist; die übrigen Leistungen des Tieres, gleichgültig, ob dieselben in der Erzeugung von Muskelkraft oder Fett bestehen, sind je nach ihrem Umfange durch mehr oder weniger reichliche Gaben von Kohlenhydraten und Fett zu decken. Hiernach ist ein engeres Eiweißverhältnis, als es für die Mast ausgewachsener Tiere gefordert werden muß, nicht notwendigerweise einzuhalten, sondern man kann dasselbe ohne Nachteil bis auf 1 : 10 erweitern. Ausgenommen hiervon sind nur solche Tiere, die entweder ihr Wachstum noch nicht abgeschlossen haben oder von denen man sehr intensive Leistungen in kurzer Zeit verlangt. Daß wachsende Tiere zur Ausbildung ihrer Organe mehr Eiweiß aufnehmen müssen, als ausgewachsene, ist ohne weiteres verständlich und wird auch später (Kap. 6) noch näher erläutert werden. In rascher Gangart auszuführende starke Leistungen, wie sie von Renn- und Luxuspferden verlangt werden, stellen hohe Anforderungen an die Sauerstoffzufuhr in die Gewebe und machen es daher nötig, daß der Träger des Sauerstoffs, der bekanntlich im Blute zu suchen ist, diesen Anforderungen gewachsen ist. Es muß zu diesem Zweck die Blutmenge auf einer gewissen Höhe erhalten werden, und das läßt sich nur erreichen durch ein eiweißreiches Futter. Auch hier genügt jedoch nach den Erfahrungen der Praxis schon ein Eiweißverhältnis von 1 : 7. Für die gewöhnlichen Leistungen der Zugpferde

reicht das Verhältnis 1 : 8—10 vollkommen aus, da ja nach den Beobachtungen von L. Grandeau und A. Alekan (S. 195) Pferde sich selbst bei einem Nährstoffverhältnis von 1 : 21—28 noch vortrefflich hielten und auch der Verfasser (S. 190) beobachtet hat, daß Lastpferde schwere Arbeit bei geringer Eiweißzufuhr (1 : 9) ohne Verschlechterung ihres Ernährungszustandes zu verrichten imstande waren. Diese und andere mit allen Vorsichtsmaßregeln ausgeführten wissenschaftlichen Beobachtungen im Verein mit den vielseitigen praktischen Erfahrungen zeigen, daß das Eiweißverhältnis im Futter der Arbeitstiere ohne Nachteile für letztere innerhalb sehr weiter Grenzen schwanken kann und es bei dem Ersatz eines Futtermittels durch ein anderes vielmehr auf die Menge und Wertigkeit der gesamten Nährstoffe, als auf die Eiweißzufuhr ankommt. Man kann daher ohne Frage einen Teil des Hafers bei Pferden durch die fast eiweißfreie Melasse oder durch die eiweißreicheren Ackerbohnen ersetzen und hat, sofern das ziemlich niedrig liegende Eiweißminimum nicht unterschritten wird, nicht zu befürchten, daß die Leistungsfähigkeit der Tiere vermindert würde.

Die Menge des Nahrungsfettes kann bei Arbeitstieren (Pferden und Rindern) noch etwas über das Maß erhöht werden, welches man den erwachsenen Masttieren reicht. Einerseits wirkt nämlich einer Verminderung der Freßlust hier die Bewegung und Arbeit selbst entgegen, andrerseits ist das Fett den Kohlenhydraten insofern überlegen, als es bei geringerem Volumen das 2,2fache an Energie liefert und das Tier daher wenig belastet. Man kann auf 1000 kg Lebendgewicht täglich getrost bis zu 1 kg Fett in der Form fettreicher Futtermittel verabfolgen.

Der Gehalt der Rationen an verdaulichen Kohlenhydraten richtet sich nach dem Gesagten ganz nach der Höhe der zu leistenden Arbeit und der Wertigkeit der Nährstoffe in den einzelnen Futtermitteln. Da hier jedoch die Organisation der Tierarten eine wichtige Rolle spielt, so behandeln wir die beiden Hauptklassen des Arbeitsviehes gesondert.

a) **Die Fütterung der Arbeitsochsen.** — Das Nahrungsmaß, welches wir für die Erhaltung des erwachsenen Rindes bei Stallruhe aufgestellt haben (S. 446), befähigt die Tiere bereits zu gelegentlicher geringer Arbeit, die nach den weiter unten enwickelten Grundsätzen berechnet, einer Tagesleistung von etwa 450000 mkg pro 1000 kg Lebendgewicht entspricht. Bei dauernder Benützung zum Zuge muß die Ration dagegen eine Erhöhung erfahren, deren Maß wir zunächst auf rechnerischem Wege ermitteln wollen. Wir sind hierbei vornehmlich auf die Untersuchungen von N. Zuntz und E. Wolff (S. 202 und 205) angewiesen, aus denen übereinstimmend hervorgeht, daß so verschieden organisierte Wesen, wie der Mensch, der Hund und das Pferd aus der in der Nahrung zugeführten nutzbaren Energie nahezu gleiche Mengen nutzbare Kraft erzeugen. Obgleich bis jetzt noch keinerlei genauere Beobachtungen über das Verhältnis zwischen Nahrung und Muskelkraft beim Rinde vorliegen, so werden wir doch kaum einen Fehler begehen, wenn wir auch für diese Tiergattung annehmen, daß

von der über den Erhaltungsbedarf zugeführten Energie ein Drittel in der Form nutzbarer Kraft gewonnen werden kann. Da nun der physiologische Nutzwert für je 1 g der **vollwertigen** Nährstoffe

bei den Kohlenhydraten 3,76, beim Fett 8,57 und beim Eiweiß 4,63 Cal beträgt, so stellt sich die Kraftleistung

bei den Kohlenhydraten	auf	1,253 Cal
beim Fett	„	2,857 „
„ Eiweiß	„	1,543 „

oder, da 1 Cal = 425 mkg ist,

beim Kohlenhydrat	auf . .	533 mkg
„ Fett	„ . .	1214 „
„ Eiweiß	„ . .	656 „

Wenn wir nun das Maß der Arbeit kennen, welche ein Tier täglich zu verrichten hat, so läßt sich mit den obigen Zahlen berechnen, welche Mengen vollwertiger Nährstoffe zu dieser Leistung erforderlich sind. Wenn z. B. die mittlere Tagesarbeit eines Ochsen, auf 1000 kg Lebendgewicht berechnet, im Durchschnitt 2400000 mkg beträgt, so kann dieselbe bestritten werden mit

4,50 kg Kohlenhydrat oder
1,98 „ Fett oder
3,66 „ Eiweiß.

Diese Beiträge bedeuten, wie gesagt, vollwertige Nährstoffe. Will man die Rechnung für solche Futterstoffe ausführen, deren verdauliche Substanz nicht vollwertig ist, so bleibt nichts anderes übrig, als anstatt der obigen Nährstoffmengen die entsprechenden Stärkewerte zur Grundlage zu nehmen. Daß dieses Verfahren gerechtfertigt ist, leuchtet ohne weiteres ein, denn es ist ausgeschlossen, daß die Energie, welche bei der Kau- und Verdauungsarbeit verbraucht wird, auch noch zur Erzeugung nutzbarer Arbeit verwendet werden könnte. — An Ochsen, die eine mittlere Arbeit leisten, würde hiernach zu verabreichen sein:

Zum Zwecke der Krafterzeugung . . .	4,50 kg Stärkewert
zur Erhaltung des Tieres	5,20 „ „
zusammen	9,70 kg Stärkewert.

Mit diesem Betrage deckt sich, wie der Verfasser berechnete, der Stärkewert einer großen Zahl in der Praxis bewährt gefundener Rationen für Ochsen bei mittlerer Arbeit. Für die Menge der verdaulichen Nährstoffe lassen sich hier freilich ebensowenig wie in andern Fällen der Futternormierung feststehende Zahlen geben, da eben die Wertigkeit der verdaulichen Stoffe zu wechselnd ist. Mittleren Verhältnissen der Fütterung der Arbeitsochsen dürften etwa die nachstehenden Maße gerecht werden:

	Schwache Arbeit kg	Mittlere Arbeit kg	Starke Arbeit kg
Trockensubstanz im Gesamtfutter	20—25	22—28	25—30
Verdauliche Nährstoffe:			
Eiweiß	1,1	1,4	1,8
Fett	0,3	0,5	0,8
Stickstofffreie Extraktstoffe und Rohfaser . .	10,6	12,2	14,2
Stärkewert	7,4	9,7	12,8

Die Zahlen für das verdauliche Eiweiß zeigen die untere Grenze dessen an, was die Tiere bei sonst mittlerer Beschaffenheit der Ration aufnehmen müssen. Unbenommen bleibt es, wie schon angedeutet, den Eiweißgehalt des Futters bis zu einem Verhältnisse von 1 : 5 zu erhöhen, wenn wirtschaftliche Erwägungen, die Art der verfügbaren Futtermittel oder die Marktlage es zulassen. Da man bei reichlicher Verwendung minderwertiger Futtermittel die Menge der verdaulichen Nährstoffe über das oben bezeichnete Maß vermehren muß, wenn das Futter den angegebenen Produktions-(Stärke-)Wert besitzen soll, so wird sich in diesem Falle auch eine geringe Steigerung der Zufuhr verdaulicher Stickstoffsubstanz nötig machen, damit eine vollständige Verdauung des Futters gesichert wird (S. 53).

Was die Art der Futtermittel betrifft, welche sich zur Fütterung arbeitender Ochsen eignen, so ist zunächst zu bedenken, daß die Futtermasse das Tier erheblich beschwert, bei der Arbeit mitgeschleppt werden muß und daher je nach ihrem Gewicht die Leistungsfähigkeit bei der Arbeit beeinflußt. Bei stärkeren Anforderungen an die Arbeitskraft ist es daher zweckmäßig, die Rauhfuttergaben, die wegen ihrer geringeren Verdaulichkeit dem Tiere eine besondere Last aufbürden, innerhalb mäßiger Grenzen zu halten, was auch in unserem obigen Futtermaß angedeutet ist. Viel Rauhfutter verlängert zudem die Frist, welche auf den Verzehr und das Wiederkauen zu verwenden ist und verkürzt somit die Arbeitszeit. Man hat ferner zu bedenken, daß sehr wässeriges Futter erschlaffend wirkt und die Neigung zum Schwitzen fördert, weshalb im allgemeinen die Trockenfütterung vor der Naßfütterung den Vorzug verdient und bei Knappheit an Grünfutter, Hackfrüchten u. dgl. diese Futterstoffe überhaupt besser dem Milchvieh zugewiesen werden. Sind aber wasserreiche Futterstoffe zu verwenden, so vermengt man dieselben stets mit einer entsprechenden Menge Trockenfutter. Aus gleichen Gründen pflegt man auch das für die Arbeitsochsen bestimmte Grünfutter in etwas späterem Stadium zu schneiden als für Milchkühe. — Mit Rauhfutter allein, auch wenn es von bester Qualität ist, kommt man selbst bei nur wenig angestrengt arbeitenden Zugochsen trotz der großen Aufnahmefähigkeit dieser Tiere für voluminöse Futterstoffe nicht aus; stets macht sich, wie unsere Normen fordern, eine größere oder geringere Zulage an besser verdaulichem Futter nötig. Man stellt daher passende Futtermischungen her, indem man außer dem Rauhfutter zunächst mäßige Gaben von Hackfrüchten — unter denen die Kartoffel bei niedrigem Preise vor den Rüben den Vorzug verdient — in die Ration einführt, oder anstatt derselben frische, gesäuerte oder getrocknete Rübenschnitzel verwendet und

das Fehlende durch Ölkuchen, Rückstände der Gärungsgewerbe, Getreide- oder Hülsenfruchtschrot, Melasse usw. ergänzt. Im einzelnen gewährt hier unsere frühere Beschreibung der Futtermittel im Verein mit den vorhin aufgestellten Fütterungsnormen hinreichenden Anhalt.

Während der Arbeit gönne man den Tieren nicht bloß kleinere Erholungspausen, sondern halte auch darauf, daß ihnen eine $1^1/_2$—3stündige Ruhezeit für die Mittagsmahlzeit gewährt werde. Der Verzehr des Futters allein nimmt $1^1/_2$—2 Stunden in Anspruch, worauf nahezu ebenso lange Zeit auf das Wiederkauen zu verwenden ist. Wird letzteres bei langsamem Arbeitstempo auch nicht vollständig unterdrückt, so entstehen doch, wenn es vorzeitig unterbrochen wird, leicht Unregelmäßigkeiten und ernstere Störungen in der Verdauung. Längere Ruhe nach dem Fressen ist auch um deswillen angezeigt, weil sonst die Ermüdung der Tiere eine Höhe erreicht, bei der sie auf gleiche Leistungen erheblich mehr Energie verbrauchen (S. 207), als wenn ihnen Zeit zur Erholung gegönnt wird. Während der heißen Monate, in denen sich die Ermüdung am stärksten fühlbar macht, kommt noch die Schwierigkeit hinzu, die nach der Mahlzeit stets ansteigende Wärme los zu werden. Zu solchen Zeiten dehnt man daher die Mittagspause zweckmäßig noch etwas länger aus, indem man mit der Arbeit des Morgens früher beginnt und des Abends später aufhört als in der kühleren Zeit des Jahres.

b) **Die Fütterung der Pferde.** — Bei der verhältnismäßig geringen Anzahl von Futterstoffen, die man im allgemeinen zur Pferdefütterung zu verwenden pflegt, ist sich die Praxis seit langem über die Höhe der Rationen klar geworden, die bei verschiedenen Anforderungen an die Arbeitskraft diesen Tieren zu reichen sind. Auch die wissenschaftliche Forschung — es sei nur an die ausgedehnten Untersuchungen von E. Wolff und dem Verfasser, L. Grandeau und A. Leclerc, A. Müntz, E. Girard und E. Lavalard, N. Zuntz, C. Lehmann und O. Hagemann (Teil I, Kapitel 5) erinnert — hat in den letzten Dezennien unsere Kenntnisse vom Stoff- und Kraftwechsel des arbeitenden Pferdes bedeutend gefördert. Nur ein wichtiges Gebiet, nämlich das der Verdauung der verschiedenen Futterstoffe durch das Pferd, ist noch zu ungenügend ausgebaut. Wir wissen, daß von dieser Tierart das Futter nicht in demselben Umfange verdaut wird wie vom Wiederkäuer und müssen selbstverständlich diesem Umstande bei der Normierung der Rationen Rechnung tragen; denn nur unter genauer Berücksichtigung der Zufuhr verdaulichen Materials lassen sich die Ergebnisse der Forschungen über die Verwertung der Nährstoffe in vollem Umfange der Praxis zugänglich machen. Bei dem bedauerlichen Mangel aber an Untersuchungen über die Ausnützung der Futterstoffe durch das Pferd finden wir uns in die Zwangslage versetzt, Zahlen, welche am Wiederkäuer gewonnen sind, unverändert auf die Verhältnisse beim Pferde zu übertragen und ein und dieselbe Tabelle über die Verdaulichkeit der Futtermittel für beide Tierklassen zu benützen. Es ist klar, daß dieses Verfahren nicht einwandfrei ist. Mag es wohl auch richtig sein, daß die meisten unter den leicht verdaulichen Körnerarten und Hackfrüchten vom Pferde in demselben Umfange ausgenützt werden, wie vom Rinde

oder Schafe (S. 44), so sind wir doch über große Abteilungen von Futterstoffen, wie über die Stroharten und die gewerblichen Abfälle, allzuwenig unterrichtet.

Wenn man das Nahrungsmaß ermitteln will, das zu einer bestimmten Arbeit befähigt, so muß man auch hier wiederum vom bloßen Erhaltungsfutter ausgehen und zunächst feststellen, was an Nährstoffen bezw. Energie ein nicht arbeitendes Pferd bei Stallruhe verbraucht. Bei der Untersuchung dieser Verhältnisse kann man aber nicht in der einfachen Weise vorgehen wie beim Ochsen oder Schaf und aus dem Gleichgewicht zwischen Einnahmen und Ausgaben, das bei der Prüfung einer Ration eintritt, etwa schließen wollen, daß hier der Erhaltungsbedarf gerade getroffen ist. Über das Erhaltungsfutter hinaus gereichte Nährstoffe werden nämlich nicht, wie beim Wiederkäuer, vollständig in Form von Fleisch und Fett als Reservematerial aufgespeichert, sondern zum großen Teil, auch von Pferden von nicht besonders lebhaftem Temperament, durch gesteigerte Bewegungen im Stall verbraucht. Es kann also bei einem den Erhaltungsbedarf schon ansehnlich überschreitenden Futter noch anscheinend Gleichgewicht zwischen Einnahmen und Ausgaben bestehen. Man muß demzufolge andere Wege beschreiten, um zum Ziele zu kommen. Entweder muß man bei allmählich steigenden Zulagen eines und desselben Nährstoffs oder Futtermittels zuvörderst die diesen Zulagen entsprechende maximale Arbeitsleistung bestimmen, also die zu einer gegebenen Kraftäußerung erforderliche Stoff- bezw. Energiezufuhr feststellen; man hat dann den so ermittelten Betrag nur von der Gesamtration abzuziehen, um zum Erhaltungsbedarf zu gelangen. Oder man muß so verfahren, daß man beim ruhenden Pferde mit einer für die bloße Lebenserhaltung ungenügenden Nahrung beginnt und die Stoffzufuhr ganz langsam unter steter Beobachtung der Einnahmen und Ausgaben soweit steigert, bis man an dem untersten Gleichgewichtszustande angekommen ist. Beide Wege sind bereits verfolgt worden. Auf dem ersteren bewegte sich E. Wolff[1]), der dabei fand, daß die gleiche Arbeit sowie die Lebenserhaltung sehr verschiedene Nährstoffmengen erforderten, je nachdem die Rationen reicher und ärmer an Rohfaser waren. Bei viel Rohfaser im Futter wurde weniger Kraft erzeugt, oder es war mehr für die Erhaltung der Tiere nötig als bei derselben Nährstoffzufuhr mit geringerem Rohfasergehalte. Die kritische Sichtung der Ergebnisse führte dazu, der Rohfaser jedwede direkte Nährwirkung abzusprechen und demzufolge beim Pferde mit rohfaserfreiem Material zu rechnen. So fand Wolff[2]) z. B. daß, auf 500 kg ruhendes Pferd berechnet, zur Erhaltung des Tieres in mittlerem Ernährungszustande benötigt wurden an verdaulichen Nährstoffen:

	im ganzen	darin Rohfaser	ohne Rohfaser
1.	4202 g	817 g	3385 g
2.	3738 „	359 „	3383 „

In 38 anderen Versuchen mit 3 verschiedenen Pferden stellte sich der Bedarf an rohfaserfreien Nährstoffen auf 3321 g und in 6 Versuchen, welche

[1]) Landw. Jahrbücher 16. Bd., 1887, 3. Supplement, S. 95.

[2]) E. Wolff, Die rat. Fütterung, 5. Aufl., 1888, S. 170.

L. Grandeau und A. Leclerc[1]) ausgeführt hatten, nach Wolffs Berechnung auf 3388 g. Diese Zahlen bedeuten verdauliche Nährstoffe und setzen sich zusammen aus der Stickstoffsubstanz, den stickstofffreien Extraktstoffen und dem (durch Multiplikation mit 2,4) auf Stärkemehl berechneten Fett. Im Durchschnitt aller Beobachtungen und nach Abzug der stickstoffhaltigen Substanzen nicht eiweißartiger Natur wären auf die bloße Lebenserhaltung eines 500 kg schweren Pferdes rund 3300 g rohfaserfreie Nährstoffe zu rechnen. Trotzdem dieses Verfahren, den Wert der Futtermittel für die Erhaltung und Kraftproduktion[2]) zu bestimmen, der Eigenart der Futterstoffe, der verschieden großen Kau- und Verdauungsarbeit, den Verlusten durch Harn- und Methanbildung im einzelnen nicht Rechnung trägt, sondern alle Futtermittel gleich behandelt, scheint es doch für die Verhältnisse der Fütterung, die zur Zeit Wolffs erforscht waren, im allgemeinen zutreffende Ergebnisse zu liefern,[3]) die mit den vom Verfasser berechneten Stärkewerten einigermaßen übereinstimmen.

Den anderen, von uns bereits angedeuteten Weg zur Ermittelung des Erhaltungsfutters hat A. Müntz[4]) schon im Jahre 1879 eingeschlagen. Der genannte Forscher, welcher mit dem großen Pferdebestande der Pariser Omnibus-Kompagnie operierte, hatte vorher mit größter Sorgfalt die Arbeitsration ermittelt. Um zum Erhaltungsfutter zu gelangen, verabreichte er einer Anzahl Pferden zunächst ein Drittel der Arbeitsrationen und beobachtete, daß diese Nahrung nicht genügte, um die Tiere auf ihrem Körperzustande zu erhalten. Darauf bekamen die Versuchspferde die Hälfte der Arbeitsration. Ihr Gewicht stieg dabei an, und die Freßlust ließ nach. Die Veränderungen im Lebendgewicht waren folgende:

Ursprüngliches Gewicht	Bei 1/3 der Arbeitsration[5])	Bei 1/2 der Arbeitsration[6])
542,5 kg	505 kg	553 kg
558 „	540 „	567 „
535 „	517 „	545 „
545 „	512 „	547 „

[1]) Etudes exp. sur l'alimentation du cheval de trait, Paris 1882 und 1883.

[2]) Auf Grund seiner Versuche fand Wolff, daß 100 g verdauliche, rohfaserfreie Nährstoffe, zum Erhaltungsfutter zugelegt, das 500 kg schwere Pferd zu einer Arbeit von 55000 mkg auf ebener Bahn befähigten. Die Berechnung der Rationen für bestimmte Leistungen würde sich hiernach ziemlich einfach gestalten. Gesetzt, es sollten täglich 2 Millionen mkg bei mäßiger Schrittgeschwindigkeit geleistet werden, so würden hierfür an rohfaserfreiem Nährstoff erforderlich sein 4,73 kg; hierzu kommen 3,3 kg für die Erhaltung des Tieres, wonach die Gesamtration 8,03 kg Nährstoff beträgt. — Da diese Zahlen sich jedoch nur auf die vom Pferde wirklich verdauten Nährstoffe beziehen und bis jetzt nur mit wenigen Futterstoffen Ausnützungsversuche bei Pferden ausgeführt sind, so ist das Wolffsche Verfahren in seiner Anwendbarkeit sehr beschränkt.

[3]) Siehe hierzu die Tabelle S. 216.

[4]) Annales de l'Institut National Agronomique 3. Jahrg., 1878—79.

[5]) Dauer des Versuchs 30—48 Tage.

[6]) Dauer des Versuchs 25—33 Tage. Als man einzelne dieser Tiere an zwei aufeinander folgenden Tagen am Omnibusdienste teilnehmen und die Strecke Vincennes-Louvre nur je einmal hin und zurück laufen ließ, sank das Gewicht sofort um 23—28 kg.

Man reichte einer Anzahl anderer Pferde sodann $^5/_{12}$ der Arbeitsration und stellte wiederum täglich das Gewicht fest. Im Laufe von 30—40 Tagen hatte letzteres verändert, wie folgt:

Anfangsgewicht, kg	482	492	555	514	525	570
Endgewicht, „	507	475	571	537	535	562

Das Gewicht der 6 Pferde betrug beim Beginn im ganzen 3138, am Schluß der Versuche 3187 kg, es hatte sich somit um 8 kg pro Kopf erhöht.

Die verfütterte Ration, $^5/_{12}$ der Arbeitsration, enthielt:

1250 g Heu,
2500 „ Weizenstroh,
1250 „ Hafer,
1875 „ Mais,
625 „ Ackerbohnen und
166 „ Weizenkleie.

Der Stärkewert der Ration stellt sich nach einer Berechnung des Verfassers auf 3404 g, das mittlere Anfangsgewicht der Pferde auf 523 kg. Mithin waren zur Erhaltung von 500 kg Lebendgewicht 3254 g Stärkewert erforderlich.

In derselben Weise haben ferner L. Grandeau und A. Leclerc[1]) das Erhaltungsfutter ermittelt. Sie fanden, daß zwei Droschkenpferde bei voller Stallruhe ca. 2 Monate auf fast ganz gleichem Gewichte (433 kg) blieben, wenn ihnen folgende Ration verabreicht wurde:

940 g Heu,
508 „ Stroh,
1772 „ Hafer,
380 „ Ackerbohnen,
1308 „ Mais,
260 „ Maisölkuchen.

Diese Ration entspricht einem Stärkewert von 2792 g. Auf 500 kg Lebendgewicht kommt hiernach ein Stärkewert von 3364 g.

Nach Maßgabe aller dieser Beobachtungen bedürfen Pferde von 500 kg Lebendgewicht zu ihrer Erhaltung einer Ration, deren Stärkewert rund 3300 g beträgt.

Das Nahrungsbedürfnis eines Pferdes, dessen Leistung genau bekannt ist, läßt sich mit Hilfe der hier gewonnenen Werte leicht berechnen. Wir erinnern uns, daß 1 g Stärkewert eine nutzbare Arbeit von 533 mkg ermöglicht (S. 482). Bei einer Tagesleistung von 2000000 mkg würde sonach der auf die Arbeit entfallende Teil des Futters einem Stärkewert von 3,75 kg entsprechen müssen. Hierzu kommt der Erhaltungsbedarf mit 3,30 kg, wonach einem 500 kg schweren Tiere im täglichen Futter ein Stärkewert von zusammen 7,05 kg zugeführt werden muß.

Nach den Berechnungen von A. Wüst[2]) können als ungefähre Anhaltspunkte für die Leistungen der Pferde bei 8stündiger Tagesarbeit und einer Geschwindigkeit von 4 km in der Stunde folgende Zahlen dienen:

---

[1]) Études exp. sur l'alimentation du cheval de trait, Paris, Berger-Levrault & Co., 1883, S. 86.

[2]) A. Wüst, Landw. Maschinenkunde, Berlin 1889, S. 49.

Lebendgewicht kg	Zugkraft kg	Tagesleistung Millionen mkg
300	45	1,44
400	56	1,80
500	67	2,16
600	78	2,52
700	89	2,88

Zu diesen Leistungen ist an Stärkewert erforderlich:

bei einem Lebendgewicht von kg . .	300	400	500	600	700
an Stärkewert, Kilogramm	2,70	3,38	4,05	4,73	5,40
hierzu Stärkewert für Erhaltung, kg	2,35	2,84	3,30	3,73	4,13
zusammen	5,05	6,22	7,35	8,46	9,53

Leichtere Pferde leisten, wie aus den Angaben Wüsts hervorgeht, im Verhältnis zu ihrem Gewicht etwas mehr als schwerere, indem auf 100 kg Lebendgewicht der 300 kg schweren Pferde eine mittlere Tagesleistung von 4,80 der 700 kg schweren Pferde jedoch nur eine solche von 4,11 Millionen mkg entfällt. Mit dem Futterbedarf verhält es sich jedoch umgekehrt, weil die leichteren Pferde auf gleiches Körpergewicht etwas mehr Nahrung nötig haben; je 1 Million mkg erfordern bei den 300 kg schweren Pferden einen Stärkewert von 3,51, bei den 700 kg schweren Tieren nur 3,31 kg.

Da nun der Energieverbrauch, welcher auf die Erzeugung von 1 Million mkg nutzbare Kraft entfällt, verschieden groß ist, je nachdem die Arbeit im Schritt, im Trabe, auf ebener oder steiler Bahn, auf hartem oder weichem Boden, bei mehr oder weniger zweckmäßiger Anspannung verrichtet werden muß, so ist es klar, daß die oben berechneten Werte nur ganz im allgemeinen zum Anhalt genommen werden können. Will man genauere Berechnungen anstellen, so kann man sich hierbei der Angaben von Zuntz und Hagemann bedienen. Für das 500 kg schwere, mit 20 kg Geschirr belastete Pferd und für die verschiedenen Formen der Arbeit haben die Genannten Normalwerte aufgestellt,[1]) die in Kalorien ausgedrückt sind. Indem wir hieraus unsere Stärkewerte (3,76 Cal = 1 g Stärkewert) berechnen, erhalten wir folgende Grundlagen:

1. Für Horizontalbewegung bei einer Geschwindigkeit von

		Stärkewert
a)	4 km in der Stunde; 1 km Weg erfordert für die bloße Fortbewegung des Tieres	39,6 g
b)	5,4 km in der Stunde; 1 km erfordert.	50,2 „
c)	10,6—12,3 km in der Stunde; 1 km erfordert	75,3 „

2. a) Für die Hebung des Körpers um 100 m auf einer schwach bergan steigenden Chaussee, wenn das Geschirr 20 kg wiegt, sind erforderlich . . . . 94,8 „
b) auf stark ansteigender Chaussee . . . . 96,6 „

[1]) Landw. Jahrbücher 27. Jahrg., 1898, 3. Ergänzungsband, S. 430.

	Stärkewert
3. Die Senkung des Körpers um 100 m beim Marsche auf einer Chaussee mit 5‰ Gefälle, d. h. bei 2 km Marsch erspart gegenüber der Horizontalbewegung	39,8 g
4. Die Leistung einer Zugarbeit von 268000 mkg auf horizontaler Bahn (entsprechend der gewöhnlichen Stundenarbeit am Pfluge, 1 Stunde Zugarbeit von 67 kg Zug bei 4 km Geschwindigkeit) erfordert	
a) ohne Horizontalbewegung	536,0 „
b) mit der zugehörigen Horinzontalbewegung	694,4 „
5. Soll eine Last mit einer Zugkraft von 75 kg 0,2 km weit bergauf bei 10‰ Steigung gezogen werden, dann ist dazu erforderlich:	
a) für 0,2 km Vorwärtsbewegung des Tieres	7,92 „
b) für Hebung des Körpers mit Geschirr um 20 m	19,30 „
c) für 1500 mkg Zugkraft bergauf	41,23 „
zusammen	68,45 g
6. Soll ein Gefährt auf horizontaler Bahn im Trabe bei 75 kg Zug 1 km weit gezogen werden, so sind dazu erforderlich:	
a) für 1 km Vorwärtsbewegung	75,3 g
b) für 75000 mkg Zugarbeit	150,0 „
zusammen	225,3 g
7. Für Horizontalbewegung mit 100 kg Belastung erfordert 1 km:	
a) bei 5,4 km Geschwindigkeit	62,3 „
b) 10,5—12,6 km Geschwindigkeit	95,8 „
8. Für Bergaufbewegung mit 100 kg Belastung und 10‰ Steigung sind erforderlich bei 5,4 km Geschwindigkeit pro 1 km:	
a) für Vorwärtsbewegung	62,3 g
b) für 60000 mkg Steigarbeit	109,3 „
zusammen	171,6 g

Mit Hilfe dieser Normalwerte lassen sich die Rationen für die verschiedensten Formen der Arbeit annähernd richtig ausrechnen. Hierzu einige Beispiele:[1])

A. Es soll ein Ackerpferd von 500 kg Gewicht am Tage 8 Stunden bei 4 km Stundengeschwindigkeit und 67 kg Zugkraft den Pflug ziehen. Die Arbeit besteht aus

	Stärkewert
32 km Horizontalbewegung	1267 g
2144000 mkg Zugarbeit	4288 „
Für die Erhaltung des Tieres	3300 „
zusammen	8855 g

[1]) Entnommen den Angaben von Zuntz und Hagemann (a. a. O. S. 432) und umgerechnet vom Verfasser.

B. Ein Wagenpferd von 400 kg Lebendgewicht soll täglich einen Hin- und Herweg von 20 km am 550 kg schweren Wagen zurücklegen; davon 10 km im Schritt und 10 km im Trabe; es soll eine Strecke des Weges von 2 km Länge 6 % Steigung haben, so daß Tier und Wagen 120 m zu heben und wieder abwärts zu bewegen sind. Der Zug beträgt auf den horizontalen Strecken 25 kg. Beim Bergauffahren sind durch den Zug 550 kg 120 m hoch zu heben; es ist also eine weitere Zugarbeit von 66000 mkg während eines Weges von 2000 m auszuüben, pro Meter also ein Mehrzug von 33 kg. Beim Bergabfahren muß der Überschuß der den Wagen bewegenden Schwerkraft durch Bremsen ausgeglichen werden, so daß die Zugkraft bei geschickter Leitung gleich Null wird oder das Pferd noch einen kleinen Halt am Wagen hat. Die Arbeit erfordert für:

	Stärkewert
a) Horizontalbewegung des Tieres, 10 km Schritt (90 m Minutengeschwindigkeit)	402 g
b) Horizontalbewegung, 10 km Trab	602 „
c) Steigarbeit 420 × 120 = 50400 mkg	92 „
d) Ersparnis für 50400 mkg Senkung	—31 „
e) Zugarbeit 16 km bei 25 kg Zug = 400000 mkg	800 „
f) Zugarbeit 2 „ bei 58 „ „ = 116000 „	319 „
g) für die Erhaltung des Tieres	2840 „
zusammen	5024 g

Diese Beispiele zeigen, wie man die Gesamtleistung des Pferdes zunächst in Teilleistungen zerlegen muß, um für diese den Bedarf an Nahrung zu berechnen. Die Summe der hierbei erhaltenen Stärkewerte, vermehrt um den Erhaltungsbedarf, gibt dann den Stärkewert der ganzen Ration, die sich schließlich mit Hilfe der im Anhang befindlichen Tabelle aus geeigneten Futtermitteln zusammensetzen läßt. Über die Menge des Eiweißes und des Fettes, die in dem Futter enthalten sein soll, haben wir bereits (S. 481) die erforderlichen Angaben gemacht. — Derartige genauere Anpassung der Rationen an die Leistungen wird sich überall da empfehlen, wo man Pferde längere Zeit hindurch tagein tagaus dieselbe Arbeit verrichten läßt. Nicht oft hat man es freilich mit einer so gleichmäßigen Arbeitsleistung zu tun, meist wird sich nur eine ungefähre Schätzung der durchschnittlich geforderten Arbeit ermöglichen und nur angeben lassen, ob die Pferde zu einer mäßigen, einer mittleren und einer starken Arbeit herangezogen werden. Als starke Leistung, welche Pferde von 500 kg Gewicht dauernd zu verrichten imstande sind, gelten mit Einschluß der auf die Eigenbewegung der Tiere zu verwendenden Kraft rund 2,25 Millionen mkg. Diese erfordern eine Nahrungszufuhr von 4,22 kg Stärkewert (S. 482), wozu dann noch als Erhaltungsbedarf 3,3 kg Stärkewert hinzukommt. Auf 1000 kg Lebendgewicht sind demnach im Tagesfutter zu rechnen

bei starker Arbeit	15,0 kg Stärkewert
„ mittlerer „	11,6 „ „
„ schwacher „	9,2 „ „

Ein Vergleich dieser Normen mit den in der Praxis erprobten Rationen weist eine sehr befriedigende Übereinstimmung auf, wie nunmehr darzulegen sein wird. — Wohl die ausgedehntesten Untersuchungen über den Bedarf schwer arbeitender Pferde hat A. Müntz[1]) mit dem Bestande der Pariser Omnibus-Kompagnie ausgeführt. In den Jahren 1878—80 benützte er zu seinen Beobachtungen nicht weniger als 1066 Pferde und dehnte die Versuchsdauer auf 148—151 Tage aus. Die Tiere verrichteten dabei den Dienst auf der Linie Louvre-Vincennes und hatten täglich eine Strecke von 16,5, 16,4 bezw. 17,0 km zurückzulegen. Das durchschnittliche Lebendgewicht stellte sich in diesen 3 Reihen auf

	zu Anfang	am Schluß
1. Reihe	548,1 kg	548,7 kg
2. „	555,2 „	557,3 „
3. „	559,4 „	546,5 „

Hieraus ist zu erkennen, daß in den beiden ersten Versuchsreihen die Rationen den Anforderungen an die Tiere vollständig genügten, während in der 3. Reihe, welche in die Wintermonate fiel, wegen öfterer Schneefälle größere Anforderungen an die Tiere gestellt wurden und daher zu einer geringeren Abnahme des Lebendgewichts führten. Die pro Tag und Kopf verfütterten Rationen bestanden aus:

	1. Reihe	2. Reihe	3. Reihe
Hafer	4,851 kg	3,169 kg	1,521 kg
Mais	3,063 „	4,550 „	5,465 „
Ackerbohnen	0,963 „	1,519 „	1,506 „
Weizenkleie	0,519 „	0,398 „	0,431 „
Heu	4,700 „	3,100 „	3,025 „
Stroh	4,980 „	6,010 „	6,255 „
Der Stärkewert des Futters stellt sich auf:			
	8,124 kg	8,352 kg	8,165 kg
Auf 1000 kg Lebendgewicht bezogen macht dies			
	14,82 kg	15,24 kg	14,90 kg

Eine weitere Versuchsreihe, die derselbe Forscher[2]) mit einer ebenfalls sehr großen Zahl von Pferden ausgeführt hat und bei der die 555 kg schweren Tiere in gleicher Weise wie in der 1. Reihe beschäftigt waren, ergab für das auf 1000 kg Lebendgewicht berechnete Futter einen Stärkewert von 15,06 kg. — Nach Angaben, welche über die Fütterung der Droschkenpferde in Bremen, Brüssel, Hamburg, München und Wien vorliegen[3]) und sich auf 520 kg schwere Tiere

[1]) Annales de l'Institut National Agronomique 2. Jahrg., 1877—78 und 3. Jahrg., 1878—79.

[2]) Annales de l'Institut National Agronomique 9. Bd., 1884.

[3]) E. F. Langworthy, Recent Experiments on Horse Feeding, U. S. Dep. of Agr. Bull. Nr. 125, 1903, S. 50.

beziehen, entspricht das tägliche Futter pro 1000 kg Lebendgewicht einem Stärkewerte von 13,8 kg. — Beispiele dieser Art, welche zeigen, daß die vom Verfasser aufgestellte Norm sich mit den praktischen Verhältnissen deckt, ließen sich sonst noch in großer Zahl anführen.

Während wir auf Grund der vorgeführten Versuche über den Stärkewert, der Pferden bei der jeweiligen Arbeitsleistung gereicht werden muß, ziemlich vollkommen unterrichtet sind, befinden wir uns bezüglich der zu verabfolgenden Mindestmenge an Eiweiß bedauerlicherweise noch ganz im Unklaren. Da die bis jetzt ausgeführten Fütterungsversuche, bei denen der Stickstoffwechsel bestimmt worden ist, die für die Pferdefütterung üblichen Futtermittel verwandten, so wurde dabei Eiweiß stets im Überschuß gereicht. Die Unsicherheit machte sich während des Krieges besonders bemerkbar, als es galt, die in Friedenszeiten üblichen Futtermittel durch eiweißärmeres Futter zu ersetzen. Man will dabei die Beobachtung gemacht haben, daß die bisher empfohlenen Gaben zu hoch seien und mit geringeren Eiweißmengen auszukommen sei. Nach Versuchen von G. Fingerling vertragen die Normen hinsichtlich der vorgeschriebenen Eiweißmenge eine Herabsetzung von 25 %, ohne daß das Lebendgewicht der Tiere sank. Allerdings machte es den Eindruck, daß die Lebhaftigkeit der Tiere bei der niedrigeren Eiweißgabe nachließ und ihre Leistungsfähigkeit herabgemindert war. Man wird daher noch weitere experimentelle Untersuchungen abwarten müssen, ehe man eine Herabsetzung der bis jetzt üblichen Eiweißnormen bei arbeitenden Pferden allgemein empfehlen kann.

Als Anhaltspunkte für die Zusammensetzung der Rationen für Arbeitspferde können nach dem Vorgeführten folgende Zahlen gelten:

	Schwache Arbeit kg	Mittlere Arbeit kg	Starke Arbeit kg
Pro Tag und 1000 kg Lebendgewicht:			
Trockensubstanz	18—23	21—26	23—28
Verdauliche Nährstoffe:			
Eiweiß	1,0	1,4	2,0
Fett	0,4	0,6	0,8
Stickstofffreie Extraktstoffe und Rohfaser	9,8	11,3	13,7
Stärkewert	9,2	11,6	15,0

Das Maß von Arbeit, welches im landwirtschaftlichen Betriebe als mittlere oder starke Arbeit bezeichnet wird, ist sehr verschieden. Daher sind die vorgeführten Normen nicht blindlings anzuwenden, sondern es hat sich ein jeder Rechenschaft darüber abzulegen, welche Leistung, in absolutem Maß (mkg) ausgedrückt, von den Tieren verlangt wird. Anhaltspunkte bieten hierzu die S. 488 angegebenen Normalwerte. — Wer auf dem Wege der Erfahrung sich bereits ein sicheres Urteil über das für seine Verhältnisse zutreffende Maß von Futter für die von ihm beschäftigten Tiere gebildet hat, der wird, wenn er einzelne Futtermittel durch andere — etwa Hafer durch Mais oder Biertrebermelasse — ersetzen will, an der Hand der im Anhange folgenden Angaben über die Stärkewerte der

Futtermittel leicht berechnen können, in welcher Menge die Ersatzfutterstoffe zu verabreichen sind, um die Leistungsfähigkeit der Tiere nicht zu ändern.

In den obigen Normen ist bereits angedeutet, daß bei den Arbeitspferden mehr noch wie bei Arbeitsochsen, der Anteil des Rauhfutters an der Gesamtration um so geringer werden muß, je stärkere Anforderungen an die Tiere gestellt werden. Das geringere Fassungsvermögen, welches die Verdauungsorgane des Pferdes gegenüber denen des Wiederkäuers besitzen, weist schon darauf hin, daß die voluminösen Futterstoffe (Heu, Stroh, Grünfutter) beim Pferde mehr zurücktreten müssen. Die Last, welche diese minderverdaulichen Materialien dem Tiere aufbürden, die Behinderung der Atmungstätigkeit durch ein großes Futtervolumen und der verhältnismäßig niedrige Gehalt an kraftliefernden Nährstoffen, alle diese Umstände bringen es mit sich, daß man dem stark arbeitenden Pferde auf 1000 kg Lebendgewicht selten mehr als 20, zumeist weniger als 15 und vielfach sogar weniger als 10 kg Rauhfutter verabreicht. Vollständig unterdrücken läßt sich die Zugabe von Rauhfutter nur sehr kurze Zeit, da sonst selbst bei reichlicher Fütterung des spelzenreichen Hafers bald mangelhafte Futteraufnahme und Erkrankungen der Verdauungsorgane auftreten. Unter den Rauhfutterstoffen, welche sich für die Pferdefütterung am besten eignen, sind zu nennen: Wiesen- und Ackerheu von nicht zu weicher Beschaffenheit, Luzerne, Esparsette- und Kleeheu, ferner das Stroh des Sommer- und Wintergetreides, vor allem das Hafer-, Gersten- und Weizenstroh. In einigen großen Pferdehaltungen, die auf den Ankauf der Futterstoffe angewiesen sind, sieht man seit längerer Zeit von der Heufütterung gänzlich ab und verfüttert nur Hafer- oder Weizenstroh, da man beobachtet hat, daß die Zahl der Kolikanfälle regelmäßig um so größer war, je mehr Heu zum Verzehr gebracht wurde. Die Ungleichmäßigkeit der Lieferungen, namentlich aber die nicht immer leicht zu erkennende mangelhafte Beschaffenheit einzelner Partien in großen Heuankäufen mögen wohl die Ursache der Erkrankungen gewesen sein.

Unter den Kraftfuttermitteln, welche man zur Pferdefütterung benützt, nimmt im mittleren und nördlichen Europa und in Nordamerika der Hafer, in südlicheren Ländern die Gerste und der Mais die erste Stelle ein. Der Hafer ist zweifellos die bekömmlichste unter den Körnerarten; ihm folgen die Gerste und dann der Mais, der sich in den letzten Jahrzehnten fast überall einen hervorragenden Platz unter denjenigen Kraftfuttermitteln erworben hat, die in größeren Pferdebeständen Verwendung finden. Diese Körnerart soll zwar die Lebhaftigkeit etwas beeinträchtigen und die Tiere leichter zum Schwitzen bringen[1]) wie der Hafer, neuere Beobachtungen von E. Lavalard[2]) mit Militärpferden haben jedoch gezeigt, daß der Ersatz des Hafers durch Mais die Leistungsfähigkeit und das Temperament der Tiere in keiner Weise vermindert; Kavallerie- und Artillerie-Pferde, mit Mais als alleinigem Körnerfutter ernährt, welche in der Garnison und im Manöver genau denselben Dienst in gleicher Zeit und gleichem Tempo

[1]) E. Wolff, Landw. Jahrbücher 24. Jahrg., 1895, S. 271; N. Zuntz und O. Hagemann, ebenda 27. Jahrg., 1898, 3. Ergänzungsband, S. 259.

[2]) Experiment Station Record 12. Bd., 1901, S. 14.

zu verrichten hatten, ließen nicht den geringsten Unterschied mit solchen Pferden erkennen, die nur Hafer erhielten. Ebenso war in den Versuchen von A. Müntz (S. 491), in welchem ein großer Teil der Haferration durch Mais ersetzt worden war, irgend welcher Nachteil der Maisfütterung nicht hervorgetreten, wie sich denn überhaupt ein weitgehender, wenn auch nicht vollständiger Ersatz des Hafers durch Mais bei den meisten Omnibus-, Trambahn- und Droschkengesellschaften, wie im landwirtschaftlichen Betriebe als vollkommen durchführbar und bei nicht zu hohen Maispreisen als vorteilhaft erwiesen hat. Wie die im Anhang niedergelegten Tabellen zeigen, besitzt der Mais einen höheren Stärkewert, wie der Hafer. Auch die Gerste kann an die Stelle des Hafers treten, nur ist dabei zu beachten, daß die Zusammensetzung dieser Körnerart sehr schwankt und nur gute vollkörnige Frucht verwandt wird. Flachkörnige harte Gerste geht leicht unverdaut ab und kann nicht ein gleiches Gewicht Hafer voll ersetzen. — Zuweilen wird auch der Roggen als Pferdefutter benutzt und hierbei zweckmäßigerweise in gekochtem Zustande, im Verhältnis von 1 Teil auf 2—3 Teile Hafer verfüttert. — Weniger geeignet für Pferde erscheint der Weizen, den man zwar gern an Zuchthengste verabreicht, der aber ähnlich wie der Buchweizen Hautjucken verursachen und dadurch die Tiere stark belästigen kann. — Von den Hülsenfrüchten kommen als Pferdefutter vornehmlich die Ackerbohnen in Betracht, die in Mengen von 1—2 kg in die Ration eingeführt und besonders gern an Tiere verfüttert werden, von denen man eine plötzliche starke Leistung oder andauernd schwere Arbeit verlangt. — Ölkuchen, unter diesen Leinkuchen, Palmkern- und Kokoskuchen, Sesamkuchen, Maisölkuchen und deren Mehle werden in Gaben von 1, höchstens 2 kg pro Tag und Pferd verwendet. — Ganz hervorragend bewährt haben sich bei der Pferdefütterung die Melasse und deren Gemische mit Biertrebern, Maisölkuchen, Palmkernmehl, zerkleinertem Stroh usw., welche in Gaben bis zu 3 kg pro Kopf und Tag die Pferde nicht nur in besonders leistungsfähigem Zustande erhalten, sondern auch in diätetischer Hinsicht günstig wirken (S. 389). Ausgezeichnete Resultate hat man ferner mit der Verfütterung von Rohzucker (Nachprodukt) erzielt (S. 393), indem sich der Zucker überhaupt als ein kraftgebender Nährstoff ersten Ranges darzustellen scheint; zudem verringert die Zuckerfütterung den Wasserkonsum in recht ansehnlichem Grade[1]) und bietet somit auch in diätetischer Hinsicht einen nicht zu unterschätzenden Vorteil. — Die meisten übrigen Futtermittel kommen bei der Ernährung des Pferdes nur als Nebenfutter in Betracht, über ihre Verwendung und die zu verabreichenden Mengen haben wir bereits früher (S. 317—427) einige Angaben gemacht. Wenn man die Menge des Hafers möglichst einschränken will, so ist mit Rücksicht auf die Bekömmlichkeit zu empfehlen, tunlichst Mischungen aus mehrerlei Futterstoffen, z. B. außer Mais kleinere Mengen getrockneten Biertrebern, Reisfuttermehl, Leinmehl, Zucker- oder Melasseschnitzeln bezw. Biertrebermelasse, Trockenkartoffeln (S. 344) zu verwenden (s. S. 432).

---

[1]) L. Grandeau und A. Alekan, Annales de la science agronomique 7. Jahrg., 1901, 2. Bd., S. 38.

Wie beim Arbeitsvieh überhaupt, so hat man bei einem so empfindlichen, nervös veranlagten Tiere wie dem Pferde alles zu vermeiden, was die Verdauungsorgane unnötig beschwert oder schädigt. Man vermeidet daher Futterstoffe, die das Tier zur Aufnahme von mehr Wasser zwingen, als es unter gewöhnlichen Verhältnissen der Ernährung verzehrt (S. 184). Man achtet ferner mit besonderer Sorgfalt auf die Qualität der zu verwendenden Futterstoffe und weist alles zurück, was dumpfig oder verdorben, von Pilzen befallen oder mit schädlichen Beimengungen versehen ist. Zur Aufnahme des Futters soll man den Pferden eine Pause von 2 Stunden gewähren, damit die Verdauung sich in Ruhe vollzieht und die Tiere sich etwas erholen können, bevor die Arbeit wieder aufgenommen wird. Über das Tränken haben wir bereits (S. 436) das Erforderliche angegeben.

Sechstes Kapitel.

Die Fütterung wachsender Tiere.

Während im Normalzustande des ausgewachsenen Tieres Gleichgewicht zwischen den Einnahmen und Ausgaben besteht und selbst unter den abnormen Verhältnissen der Mästung trotz reichlichster Ernährung vorwiegend Fett, aber nur wenig oder gar keine Eiweiß- und Mineralsubstanz angesetzt wird, ist der jugendliche Organismus durch eine beständige Vermehrung seiner stickstoffhaltigen und mineralischen Bestandteile charakterisiert. Eigentliches Gleichgewicht läßt sich beim wachsenden Tiere überhaupt nicht erreichen, selbst dann nicht, wenn in der Nahrung gerade nur soviel eingeführt, als bei Hunger in den Zersetzungsprodukten ausgeführt wird; denn würde ein jugendliches Tier nur eben das einnehmen, was verbraucht und zersetzt wird, so würde trotzdem seine Entwicklung nicht ganz stillstehen; es würden dann einzelne Organe auf Kosten anderer wachsen, ein Zustand, bei welchem das Leben nicht dauernd erhalten bleiben kann. Dieser auf die Ausbildung der Organe gerichteten Anlage entsprechend nimmt bei einem zweckmäßig ernährten jungen Tiere der Zuwachs an Körpersubstanz eine Größe an, wie sie nach Abschluß der körperlichen Entwicklung selbst bei wirksamstem und reichlichstem Mastfutter auch nicht annähernd erreicht wird. So beträgt z. B. bei einem Saugkalbe die tägliche Zunahme, auf 100 kg Lebendgewicht bezogen, oft 2 kg und mehr, wogegen bei der Mast ausgewachsener Rinder und Schafe selten mehr als 0,3—0,4 kg täglicher Zuwachs erzeugt wird. Nun setzen zwar junge Tiere, wie aus dem höheren Wassergehalte ihres Körpers geschlossen werden muß, erheblich mehr Wasser an als ältere; der Unterschied in der Gewichtszunahme ist aber doch zu bedeutend, als daß er nur durch eine verhältnismäßig größere Wasseransammlung in den Geweben des wachsenden Tieres erklärt werden könnte. Es müssen daher im jugendlichen Körper, sei es in der

Nahrungsaufnahme, sei es in der Stoffzersetzung, Verhältnisse obwalten, welche mit der raschen Vermehrung der Körpersubstanz zusammenhängen.

Was zunächst den Stoff- bezw. Energieverbrauch des wachsenden Warmblüters betrifft, so fügt sich dieser ganz der allgemeinen Regel an, nach welcher die Körperoberfläche den Umsatz bestimmt. Nach den Beobachtungen und Berechnungen M. Rubners[1]) beträgt nämlich der Kraftwechsel wachsender Personen in verschiedenen Entwicklungsperioden auf 1 qm Körperoberfläche in 24 Stunden:

Körpergewicht kg:	4	12	16	23	32	44	53	59
Energieverbrauch Cal:	1221	1406	1519	1406	1398	1150	1200	1200

Dem gegenüber braucht nach demselben Forscher ein 67 kg schwerer Erwachsener bei Ruhe und mittlerer Kost 1189 Cal, ein Zwerg von 6,6 kg 1231 Cal, also ungefähr ebensoviel, wie der wachsende Organismus. Man wird daher die Ursache des raschen Ansatzes Wachsender unmöglich darin zu suchen haben, daß etwa infolge geringeren Energiebedarfs von der Nahrung weniger zersetzt wird und mehr für Neubildungen verfügbar ist.

Betrachten wir weiter die Art und Menge der Nahrung und zwar zunächst die der neugeborenen Tiere, so finden wir, daß das von Natur hierzu bestimmte Material, die Milch, die günstigsten Bedingungen für eine rasche und leichte Verdauung und sehr vollständige Verwertung bietet (S. 403). Nach den Untersuchungen Fr. Soxhlets[2]), den einzigen, welche einen vollständigen Überblick über den Stoffwechsel junger Tiere gewähren, stellen sich die täglichen Einnahmen und Ausgaben eines etwa 2—3 Wochen alten Saugkalbes von 50 kg Körpergewicht auf folgende Werte:

	Wasser g	Trockensubstanz g	Eiweiß g	Fett g	Milchzucker g	Stickstoff g	Kohlenstoff g	Mineralstoffe g	Phosphorsäure g	Kalk g
In der Nahrung 8093 g Milch	7128	965	245	237	422	39,2	488	62	19	15
Im Kot = 91 g	—	22	13,5	0,5	0	2,2	9	1,6	0,2	0,5
Im Harn = 5370 g .	—	—	—	—	—	10,2	11,6	27,4	5,0	0
In der Atmung = 945 g Kohlensäure	—	—	—	—	—	—	257,6	—	—	—
Zersetzt	—	—	63,5	78,5	422	—	—	—	—	—
Im Körper angesetzt . .	—	—	168,0	158,0	—	26,8	209,8	33,0	13,8	14,5

[1]) E. v. Leyden, Handbuch der Ernährungstherapie, Leipzig 1903, 1. Bd., S. 158. — Nach Sondén und Tigerstedt (Skand. Archiv f. Physiol. 6. Bd., 1895, S. 1), sowie Magnus Levy und Falk (Archiv f. Anat. und Physiol., physiol. Abt., Supplement 1899, S. 314) ist der Stoffverbrauch jugendlicher Personen, auf gleiche Körperoberfläche berechnet, sogar zwei- bis dreimal so groß, wie bei Erwachsenen.

[2]) Erster Bericht über Arbeiten der landw.-chem. Versuchsstation in Wien aus den Jahren 1870—1877, Wien 1878, S. 101.

Die tägliche Lebendgewichtszunahme betrug 925 g und setzte sich nach den Zahlen der Tabelle zusammen aus 359 g Trockensubstanz und 566 g Wasser.

Aus den vorgeführten Ergebnissen erkennen wir, daß von den Bestandteilen der Milch nur außerordentlich geringe Mengen in den Kot übergingen und die Hauptmasse der zugeführten Stoffe in den Säftestrom des Körpers eintrat. Von dem verdauten Eiweiß (231,5 g) gelangten nicht weniger als 168 = 72,6 % zum Ansatz; nur 63,5 g = 27,4 % fielen der Zersetzung anheim. Daß diese hohe Verwertung nicht etwa durch Ausnahmezustände oder durch Zufälle bedingt war, wurde durch einige weitere Untersuchungen bewiesen. G. Fingerling[1]), der den Eiweißverbrauch und Eiweißansatz bei 4 Stierkälbern ermittelte, stellte z. B. bei einem 15 Tage alten Tiere in einer 20 tägigen Beobachtungszeit fest, daß die tägliche Aufnahme in 10,061 kg Vollmilch 53,33 g Stickstoff, die Ausscheidung im Kot 2,30 g = 4 %, im Harn 13,04 g = 25 % und der Ansatz 37,64 g = 71 % betrug. In einer größeren Versuchsreihe mit Saugferkeln fanden Ostertag und N. Zuntz[2]), daß von dem in der Milch verzehrten Stickstoff ebenfalls bis zu 70 % zum Aufbau von Körpersubstanz verwendet werden können. Der jugendliche Organismus ist also befähigt, das ihm zugeführte Eiweiß in viel höherem Umfange zum Ansatz zu bringen, als das erwachsene Tier, bei dem aus den schon früher (S. 120) angegebenen Gründen der bei weitem größere Teil dieses Nährstoffes dem Zerfall unterliegt. Zieht man freilich die absolute Menge des zum Zerfall gelangenden Eiweißes in Betracht, so stellt sich heraus, daß das Saugkalb Soxhlets auf 1000 kg Körpergewicht 1,27 kg Eiweiß zerstörte, gegenüber 0,5—0,7 kg, welche das erwachsene Rind im Beharrungszustande erfordert. Der jugendliche Organismus verbraucht auf gleiches Körpergewicht hiernach sicherlich nicht weniger Eiweiß zu seiner bloßen Erhaltung, als nach Abschluß seiner Entwicklung. Wenn er trotzdem seinen Bestand an Organeiweiß sehr rasch und beträchtlich vermehrt, so ist das nicht in einem geringeren Eiweißzerfall, sondern in der Fähigkeit begründet, das über den Erhaltungsbedarf hinaus aufgenommene Eiweiß sehr vollständig in den Geweben abzulagern. Im Laufe seiner Entwicklung büßt das Tier allmählich diese Fähigkeit ein und schon während der Säuglingsperiode steigt der Eiweißumsatz allmählich an. So zerstörte nach den Untersuchungen Soxhlets das eine Kalb z. B. am 16. bis 18. Lebenstage 43,2 g = 22,5 % der verzehrten Menge, am 30.—32. Tage dagegen 64,8 g = 26,6 %; nach den Ermittelungen G. Fingerlings verzehrte dasselbe Tier, von dem wir oben bereits einige Zahlen angegeben haben, im Alter von 56—67 Tagen in 13,385 kg Vollmilch 70,98 g Stickstoff, von dem es nur 35,48 g = 50 % ansetzte und 31,93 = 45 % im Harn ausschied, und bei den Saugferkeln, die Ostertag und Zuntz zu ihren Untersuchungen benutzt hatten, war z. B. an Stickstoff pro Tag und Kopf in der Nahrung aufgenommen und im Körper angesetzt worden:

---

[1]) Landw. Versuchsstationen 68. Bd., 1908, S. 141.

[2]) Landw. Jahrbücher 37. Bd., 1908, S. 201.

Alter	Verzehrt	Angesetzt
4.— 9. Tag	5,00 g	3,65 g = 73,0%
11.—16. „	6,45 „	3,89 „ = 60,3 „
19.—25. „	6,96 „	1,81 „ = 26,0 „
26.—30. „	7,30 „	0,83 „ = 11,4 „

Dem Wachstum eines jeden Organismus ist eben eine in biologischen Gesetzen begründete Grenze gezogen. Solange diese Grenze nicht erreicht und je weiter das Tier von derselben noch entfernt ist, um so mehr ist es imstande, den über den Erhaltungsbedarf zugeführten Überschuß an Eiweiß für das Wachstum der Organe zu verwenden, und um so reichlicher muß demnach die Zufuhr in der Nahrung bemessen sein.

Auch von den stickstofffreien organischen Bestandteilen (Fett und Milchzucker) der verzehrten Milch gelangte bei den Untersuchungen Soxhlets ein Teil zum Ansatz. Nimmt man an, daß der Kohlenstoff des zersetzten Eiweißes vollständig in den Ausgaben wieder erschien, so bleibt für Fett- und Glykogenbildung nur das aus der Nahrung resorbierte Fett (236,5 g) und der Milchzucker (422 g) übrig. In diesem stickstofffreien Material waren insgesamt 349,7 g Kohlenstoff enthalten, von welchem 228,9 g = 65,5% auf die Ausscheidungen und 120,8 g = 34,5% auf den Ansatz entfielen. Auch diese Zahlen deuten an, daß der Erhaltungsbedarf des wachsenden Tieres kaum geringer sein kann, als der erwachsener Tiere. Noch deutlicher wird dies, wenn man die Energiewerte der Nahrung und des Ansatzes berechnet.[1]) Man findet dann, daß

in der resorbierten Nahrung . . . . . 5310 Cal
„ „ angesetzten Körpersubstanz . . . . 2410 „

enthalten waren. Die Differenz von 2900 Cal, die sich hier herausstellt, darf jedoch nicht als der Erhaltungsbedarf angesehen werden, denn mit der Umwandlung der Nahrungsstoffe in Körpersubstanz ist bekanntlich stets ein Verlust von Energie verbunden. Veranschlagen wir diesen Verlust auf 30% des für den Ansatz verfügbaren Betrages, d. i. etwa ebenso hoch als er sich bei der Ernährung des Schweines mit vollwertigen Nährstoffen ergeben hat,[2]) so würde der gesamte Aufwand für die Neubildungen sich auf rund 3450 Cal belaufen und der Bedarf für die bloße Lebenserhaltung des 50 kg schweren Kalbes 1866 Cal betragen, während 50 kg erwachsenes Rind bei Ernährung mit Wiesenheu einschließlich der Kau- und Verdauungsarbeit nur 1152 Cal bedürfen.[3]) Diese Berechnung, welche freilich nur einen annähernden Anhalt gewähren kann, beweist trotz ihrer Mängel, daß der Stoffzerfall auch während der Säuglings-

[1]) Da die Menge des Glykogens, welche das Kalb neu erzeugte, nicht bekannt ist, so wurde der auf stickstofffreie Körpersubstanz entfallende Teil des Kohlenstoffansatzes nur auf Fett berechnet. Der hierdurch veranlaßte Fehler ist jedenfalls sehr unbedeutend.

[2]) Wir ziehen diese Tiergattung deshalb zum Vergleich heran, weil sie nach dem Bau des Verdauungsapparates sich den Verhältnissen beim Saugkalbe einigermaßen nähert.

[3]) O. Kellner, Landw. Versuchsstationen 53. Bd., 1900, S. 13.

periode mit nicht geringerer Intensität verläuft wie beim erwachsenen Tiere und daß der Erhaltungsbedarf sich auch hier der verhältnismäßig großen Körperoberfläche (S. 97) anpaßt.

Die rasche Vermehrung der Körpersubstanz des wachsenden Tieres ist nach dem Vorangegangenen nur dadurch ermöglicht, daß eine sehr große Menge leicht verdaulicher vollwertiger Nährstoffe in den Säftestrom eingeführt wird. Kein anderer Stoff ist hierzu besser geeignet wie die Milch, die nicht die geringste Kauarbeit verursacht, ebenso rasch wie vollständig verdaut wird und die Nährstoffe in bestem Mischungsverhältnisse darbietet. Nach der S. 496 angeführten Tabelle verzehrt das 2—3 Wochen alte Saugkalb in 24 Stunden und auf 1000 kg Lebendgewicht an verdaulichen Nährstoffen 17,7 kg, darunter 4,6 kg Eiweiß, 4,7 kg Fett und 8,4 kg Milchzucker oder, wenn man das Fett auf Kohlenhydrat umrechnet, 23,4 kg organische Substanz mit 4,6 kg Eiweiß. Vergleicht man hiermit den durchschnittlichen Verzehr anderer Nutztiere und bedenkt man, daß unter den verdaulichen Stoffen der erwachsenen Tiere stets größere Mengen nicht vollwertig sind, die Bestandteile der Milch aber ebenso vollständig verwertet werden, wie isoliert verabreichtes Eiweiß, Fett oder Kohlenhydrat, so ergibt sich in bezug auf die Nahrungszufuhr eine sehr bedeutende Überlegenheit des saugenden, über das ausgewachsene Tier.

Die außerordentlich hohe Verwertung des Milcheiweißes durch die noch im Säuglingsalter befindlichen Tiere geht, wie die S. 497 vorgeführten Untersuchungen ergeben haben, auffällig rasch zurück. Bei Saugferkeln beobachteten Ostertag und Zuntz eine Abnahme derjenigen Eiweißmenge, die aus der Milch in den Fleischansatz überging, von 73,0 % am 4.—9. Lebenstage auf 11,4 % am 26.—30. Tage, obgleich in dieser Zeit die Stickstoffaufnahme bedeutend (von 5,0 auf 7,3 g) gestiegen war. Dieser rasche Abfall in der Verwertung des Nahrungseiweißes zum Aufbau der Organe erklärt sich gewiß aus der allmählichen Verlangsamung des Wachstums. Abgesehen von dieser Ursache äußert hierbei aber auch der steigende Energiebedarf der jungen Tiere einen bestimmenden Einfluß. Um den Bedarf der wachsenden Tiere nach Kraft und Wärme zu decken, genügt mit der Zeit das in der Milch aufgenommene Quantum Fett und Milchzucker nicht und in Ermangelung anderer Nährstoffe greift der Organismus zum Milcheiweiß, das in dieser Weise in steigendem Maße in den Umsatz einbezogen wird und zerfällt. An der schlechten Verwertung des Milcheiweißes in späteren Lebensmonaten junger Tiere trägt somit sozusagen der Mangel von stickstofffreien Stoffen in der Milch die Schuld. Beweise hierzu hat G. Fingerling[1]) geliefert, der den Stickstoff-Umsatz und -Ansatz bei einer Reihe von Stierkälbern bei Milchnahrung ermittelte und in einzelnen Versuchsabschnitten der Milch stickstofffreie Nährstoffe zulegte. Ein Farrenkalb E im Alter von 3 Wochen erhielt z. B. während einer Zeitdauer von 17 Tagen täglich 10 kg Vollmilch mit 50,1 g verdaulichem Stickstoff, von welchem täglich folgende Mengen um- bezw. angesetzt wurden:

[1]) Landw. Versuchsstationen 74. Bd., 1911, S. 57.

	Umgesetzt	Angesetzt
	g %/0	g %/0
1. u. 2. Versuchstag . . .	12,8 = 25,1	38,2 = 74,8
16. u. 17. „ . . .	24,0 = 47,0	27,7 = 53,6

Der starken Eiweißzersetzung und der damit verbundenen Verminderung des Eiweißansatzes wurde Einhalt geboten, als dem Tier 11 Wochen später wiederum 10 kg Milch mit 49,9 g verdaulichem Stickstoff gereicht, zur Deckung des Energiebedarfs jedoch Milchzucker und Butterfett in Mengen zugegeben wurden, daß das Nährstoffverhältnis, das in der ersten 17tägigen Periode 1:3,8 gewesen war, sich auf 1:8,4—8,8 erweiterte. Der Stickstoff-Umsatz stellte sich im täglichen Durchschnitt dieser 9tägigen Periode auf 14,5 g = 29,1% und der Stickstoffansatz, d. i. die Verwertung des Milcheiweißes zur Fleischbildung auf 35,5 g = 71,2%. Infolge der Zulage stickstofffreier Nährstoffe war also das Milcheiweiß fast ebenso hoch zum Ansatz verwertet worden, wie 3 Monate früher. Vollmilch als ausschließliches Nahrungsmittel junger Tiere wird hiernach nur in den ersten Lebenswochen hoch verwertet. Mit zunehmendem Alter der Tiere wird in Ermanglung stickstofffreier Nährstoffe das Milcheiweiß in steigendem Maße in die Zersetzung einbezogen. Durch eine Zugabe leicht verdaulicher, auch diätetisch günstig wirkender stickstofffreier Nährstoffe zur Vollmilch (und mehr noch zur Magermilch) läßt sich diese schlechte Verwertung des Milcheiweißes aufheben.

Die Untersuchungen Soxhlets über den Stoffwechsel des Saugkalbes haben endlich auch sehr bemerkenswerte Aufschlüsse über die Verwertung der anorganischen Milchbestandteile geliefert. Es war im täglichen Durchschnitt von 50 kg schweren Tieren verzehrt und angesetzt worden:

	Verzehrt	Angesetzt	
	g	g	% des Verzehrs
Gesamtasche . . .	62,05	32,89	53,0
Kalk	14,75	14,31	97,0
Magnesia . . .	1,35	0,41	30,5
Kali	15,70	3,25	20,7
Natron	4,70	1,37	29,1
Eisenoxyd . . .	0,10	0,038	38,0
Phosphorsäure . .	18,90	13,70	72,5
Chlor	6,75	0,26	3,8

Von der in der Milch zugeführten Gesamtasche wurde hiernach der sehr hohe Betrag von 53% im Körper zurückbehalten. An der angesetzten Menge beteiligten sich die einzelnen Mineralstoffe in sehr verschiedenem Verhältnis; in absoluten Maßen ausgedrückt wurde das Eisenoxyd in geringster Menge im Körper abgelagert, ihm folgten das Chlor, die Magnesia, das Natron und das Kali, an welchen Stoffen die verzehrte Milch einen beträchtlichen Überschuß enthielt. In weitaus größter Menge, nämlich zu 85% des ganzen Mineralstoffansatzes, waren der Kalk und die Phosphorsäure im Körper zurückbehalten

worden, der Kalk so vollständig, daß nur 3% des aufgenommenen Betrages in die Ausscheidungen übergingen. Hiernach scheint die Milch unserer hochgezüchteten Rinderrassen an dieser für die Knochenbildung so wichtigen Substanz so arm zu sein, daß sie kaum noch den vollen Bedarf zu decken vermag. Wie schon (S. 174) dargelegt, geht von einem jeden Mineralstoffe, der im Stoffwechsel eine Rolle spielt, ein geringer Teil in die Ausscheidungen über, und selbst bei vollständiger Mineralstoffentziehung hört dieser Verlust nicht auf, sondern es erleidet dann der Körper eine Einbuße. Demnach ist kaum anzunehmen, daß die 0,44 g Kalk, welche das Kalb täglich ausgab, einem Nahrungsüberschuß entstammten und der Kalkgehalt der verzehrten Milch als ausreichend zu betrachten wäre. Die große Begierde, mit welcher Saugkälber kalkhaltige Stoffe, wie Mörtel und Kreide verzehren, deutet gewiß darauf hin, daß die Milch den Tieren kaum genügend Kalk bietet, und es muß daher die Verabreichung von etwas Schlämmkreide an Kälber während des Säuglingsalters als zweckmäßig bezeichnet werden. — Von der Phosphorsäure der verzehrten Milch wurden 72,5% zum Ansatz verwandt, woraus gefolgert werden könnte, daß 27,5% derselben als Überschuß vorhanden gewesen seien. Ein solcher Schluß erscheint jedoch nicht ganz zulässig. Wir wissen, daß das Verhältnis zwischen Kalk und Phosphorsäure in den Knochen der Säugetiere (51—53 : 39—40) ziemlich konstant ist und müssen daraus entnehmen, daß da, wo es in der Nahrung an Kalk fehlt, auch ein Überschuß an Phosphorsäure nicht zur Knochenbildung verwendet werden kann. Da nun höchstwahrscheinlich der Kalkgehalt der Milch den Bedürfnissen des Saugkalbes nicht genügte, so ist nicht unbedingt anzunehmen, daß der Phosphorsäure-Ansatz, welcher hier beobachtet wurde, das Maximum darstellt, was an diesem Stoffe assimiliert werden kann.

Über den Stoffwechsel wachsender Tiere nach der Entwöhnung von der Milchnahrung besitzen wir eine Untersuchung, die von H. Weiske[1]) mit Lämmern in verschiedenen Entwicklungsperioden ausgeführt worden ist. Die Tiere waren im Alter von ca. 4 Monaten zum Versuch aufgestellt und in 10 Perioden, von denen jede ca. 1½ Monate dauerte, beobachtet worden. Als Futter erhielten sie gutes Wiesenheu und Erbsenschrot, und zwar wurde die Heuration mit zunehmendem Alter der Tiere von Periode zu Periode gesteigert, die Erbsenration dagegen allmählich verringert, bis nach Ablauf eines Jahres nur Wiesenheu verfüttert wurde. Außer der Verdauung des Futters wurde in jedem Versuchsabschnitt auch der Stickstoff- und Mineral-Ansatz bestimmt. — Während der Beobachtungszeit vom 4. bis zum 15. Monate (Periode I—VIII) waren im ganzen pro Kopf 250 kg Wiesenheu und 33,35 kg Erbsenschrot verzehrt worden, welches Futter 182,1 kg verdauliche Trockensubstanz mit 26,75 kg verdaulichem Rohprotein und 144,72 kg verdaulichen stickstofffreien Nährstoffen enthielt. Dieses Futter genügte für ein Southdown-Merino-Lamm, um innerhalb 330 Tagen 23,0 kg nacktes Lebendgewicht und 2,50 kg Schmutzwolle mit ca. 44% reinem Wollhaar zu erzeugen. Das Nährstoffverhältnis stellte sich bei dem 4 Monate alten Lamm auf 1 : 4,6, und später für den 15 Monate alten Hammel auf

---

[1]) Landw. Jahrbücher 9. Bd., 1880, S. 205.

1 : 6,3. An verdaulichen Nährstoffen waren in dem Futter der einzelnen Versuchsabschnitte auf 50 kg Lebendgewicht enthalten:

Periode	Organische Substanz g	Rohprotein g	Rohfett g	Stickstofffreie Extraktstoffe g	Rohfaser g
I.	1101	188	35	667	169
II.	1073	163	34	634	198
III.	917	139	28	524	179
IV.	901	138	28	497	185
V.	809	119	24	450	164
VI.	811	115	28	435	176
VII.	762	108	27	403	172
VIII.	733	98	26	387	170
IX.	735	96	29	373	170
X.	572	61	23	295	170

Auf gleiches Körpergewicht bezogen, nimmt also die Menge der verdaulichen Nährstoffe um so mehr ab, je mehr sich das wachsende Tier dem Abschluß seiner Entwicklung nähert. Der tägliche Ansatz an Stickstoff- und Mineralsubstanz, ebenfalls auf 50 kg Lebendgewicht berechnet, hatte folgenden Umfang:

Periode	Tägliche Lebendgewichtszunahme g	Stickstoff g	Kalk g	Magnesia g	Kali g	Natron g	Phosphorsäure g	Chlor g
I.	363	6,75	3,20	0,35	4,08	1,95	2,30	—
II.	271	5,16	3,76	0,18	4,88	1,78	2,50	—
III.	206	3,71	2,65	0,52	5,02	1,65	1,95	1,07
IV.	153	4,37	3,17	0,52	4,42	1,74	3,34	1,07
V.	86	3,06	2,50	0,39	5,54	1,27	4,00	1,41
VI.	63	2,94	2,66	0,56	3,16	1,03	3,14	0,99
VII.	85	3,77	2,63	0,37	2,47	0,95	4,08	0,91
VIII.	95	3,09	2,64	0,52	4,21	—	3,93	—
IX.	—	1,84	0,57	0,28	0,75	0,62	0,04	—

Man ersieht aus diesen Zahlenreihen, wie der Stickstoffansatz in den ersten Lebensmonaten eine sehr beträchtliche Höhe annimmt und später ganz allmählich sinkt, seinen niedrigsten Stand aber erst in der zweiten Hälfte des zweiten Lebensjahres erreicht. Dabei ist die Fähigkeit, das zur Verfügung stehende Eiweiß zum Aufbau seiner Organe zu verwenden, beim wachsenden Schafe nicht weniger stark entwickelt wie beim wachsenden Rind. Nach Beobachtungen von J. Just[1]) an Lämmern, die im Alter von 8—12 Monaten periodenweise zum Versuch dienten, wurden von dem gesamten verdauten Eiweiß in den einzelnen Perioden nacheinander

[1]) Landw. Versuchsstationen 69. Bd., 1908, S. 393.

55,3 48,5 42,1[1]) bezw. 43,5 %,

und von dem über den Erhaltungsbedarf hinaus gereichten Eiweiß

95,1 88,0 66,4[1]) bezw. 74,5 %

zum Ansatz verwendet. Hierbei ist indessen zu beachten, daß die den Lämmern zur Verfügung gestellten Eiweißmengen absichtlich sehr niedrig gehalten, dagegen beträchtliche Mengen verdaulicher Kohlenhydrate gereicht worden waren. Es schwankte nämlich das verdauliche Eiweiß pro Kopf und Tag zwischen 28,4 und 34,9 g und der den Erhaltungsbedarf übersteigende Teil zwischen 15,6 und 22,1 g.

Nach den oben angeführten Zahlen Weiskes bleibt die Assimilation der Mineralstoffe lange Zeit auf annähernd gleicher Höhe, nimmt bei der Phosphorsäure gegen Ende des Wachstums hin sogar etwas zu, um zuletzt auf geringe Beträge hinabzugehen. Beobachtungen dieser Art, im Verein mit praktischen Erfahrungen, weisen darauf hin, daß bei der Aufzucht des Jungviehes dem Gehalte der Rationen an verdaulichem Eiweiß und assimilierbaren Mineralstoffen, namentlich an Kalk und Phosphorsäure, besondere Aufmerksamkeit zuzuwenden ist.

Bei der Aufzucht darf die Nutzungsrichtung nicht außer acht gelassen werden, der man die Tiere später zuführen will. Soll das aufzuziehende Jungvieh nachmals der Fleisch- und Fettproduktion dienen, so sucht man schon vor der Geburt desselben durch eine reichlichere Fütterung der Muttertiere diese Anlage zu wecken und durch eine etwas kräftigere Ernährung auch in der Folgezeit weiter auszubilden. Auch den zur Zucht bestimmten männlichen Tieren läßt man in der Jugend ein reichlicher bemessenes Nahrungsquantum, bei dem sie freilich nicht fett werden dürfen, zukommen als denen, welche für die Milch-, Woll- oder Arbeitsproduktion aufgezogen werden. Als erster Grundsatz muß es aber stets gelten, der natürlichen Entwicklung der Tiere durch mangelhafte Ernährung keinen Eintrag zu tun. Es wäre ein verhängnisvoller Irrtum, etwa zu glauben, durch spätere kräftige Nahrungszufuhr ließe sich das, was in dieser Hinsicht versäumt worden ist, wieder ausgleichen oder einholen. Tiere, deren Entwicklung in der Jugend auf irgend eine Weise gehemmt wird, erlangen in späteren Lebensperioden auch bei sorgsamster Pflege und bester Ernährung ihre volle körperliche Ausbildung in der Regel nicht mehr, denn die Anlage zum Wachstum, welche in der Jugend am stärksten entwickelt ist, vermindert sich beständig und erlischt in einem gewissen Lebensalter ganz.

Bei der großen Empfindlichkeit der jugendlichen Nutztiere ist bei ihnen ganz besonders auf die Fernhaltung schädlicher Einflüsse jeder Art zu achten. Dies bezieht sich sowohl auf das Futter, das ihnen selbst und denjenigen Tieren gereicht wird, welche die Milchnahrung liefern, wie auf die sonstige Haltung und Pflege. Die während und nach dem Absetzen zu reichenden Futtermittel müssen in bezug auf Unverdorbenheit und Freisein von fremden Bestandteilen irgendwie bedenklicher Art strengen Anforderungen genügen; ihre Bekömmlichkeit für die Art des

[1]) In diesem Versuchsabschnitt war erheblich mehr Eiweiß verfüttert worden als in den anderen Perioden.

aufziehenden Jungviehes muß feststehen. Darum lasse man sich nicht darauf ein, mit irgend einem neuen, noch nicht genügend erprobten Futter, mag dasselbe auch noch so ausgezeichnet zusammengesetzt und verdaulich sein, oder gar mit künstlichen Nährpräparaten unsichere Wege zu betreten, sondern man halte sich an altbewährte Futterstoffe, unter denen die Auswahl für Zwecke der Aufzucht freilich nicht sehr groß ist. Auch in der Zubereitung des Futters weiche man von den durch lange Erfahrung festgestellten Wegen nicht ab und teile die Rationen auf eine nicht zu geringe Zahl von Mahlzeiten ein. Da das Fassungsvermögen der Verdauungsorgane junger Tiere beschränkt, das Nahrungsbedürfnis aber ein sehr großes ist, so überfressen sich Tiere dieser Art leicht, und es treten dann Rückschläge und schwere Störungen ein. Besser ist es daher, eine oder zwei Mahlzeiten mehr einzuhalten, als dasselbe Futter in wenigen und dafür größeren Gaben vorzulegen. Pünktlichkeit in den Futterzeiten, Reinhaltung der Tränk- und Futtergefäße, gute Hautpflege und reinliches, trocknes Lager sind weitere Erfordernisse zu einer gedeihlichen Entwicklung. Dazu kommt ein gut ventilierter, trockner, heller, reinlicher Stall, der nicht überfüllt sein soll und es gestattet, im Winter eine gleichbleibende Temperatur von 15—18° C. zu halten und im Sommer der Hitze zu wehren. Zugluft, Kälte und Nässe, unter denen das Jungvieh weit mehr als erwachsenes Vieh leidet, sind oft die alleinige Ursache des Mißerfolges. — Von hervorragendem Einfluß auf die Entwicklung ist ferner eine angemessene körperliche Bewegung im Freien. Nur wenn den jungen Tieren Gelegenheit geboten wird, ihre Glieder zu gebrauchen, gelangen die Muskeln und Knochen zu vollkommener Entwicklung. Die Bewegung und die damit verbundene geringe Muskelarbeit schützt vor frühzeitiger Verfettung der Gewebe und erzeugt eine kräftige, derbe Konstitution; sie erhöht die Widerstandsfähigkeit gegen Witterungseinflüsse und Krankheiten und sichert die Ausbildung aller Eigenschaften, die das Tier später befähigen, allen Nutzungszwecken gleich gerecht zu werden. Am besten ist dieses Ziel durch Weidegang zu erreichen, der in der Regel zugleich auch die billigste Ernährung gestattet. Selbstverständlich geht man auch beim Jungvieh nicht plötzlich zur Haltung auf der Weide über, sondern läßt die Tiere anfänglich nur einige wenige Stunden bei mildem Wetter im Freien und gewöhnt sie ganz allmählich an längeren oder dauernden Aufenthalt außerhalb des Stalles. Bei fehlender Weidegelegenheit hilft man sich mit einem passenden Tummelplatz.

Sollen Tiere, deren Wachstum noch nicht beendet ist, g e m ä s t e t werden, so muß das Futter selbstverständlich eine ganz andere Zusammensetzung haben als bei der Mast volljähriger Tiere. Es gilt hierbei nicht bloß die Gewebe mit Fett anzureichern, sondern vor allem auch d i e A n l a g e z u r F l e i s c h b i l d u n g v o l l a u s z u n ü t z e n; denn einerseits ist ja das Fleisch im allgemeinen der begehrtere und wertvollere Teil der Schlachtstücke, andrerseits fördert der Fleischansatz, der stets mit einem beträchtlichen Wasseransatz verbunden ist, die Lebendgewichtszunahme weit mehr, als durch Vermehrung des ungleich wasserärmeren Fettgewebes möglich ist. Die Eiweißzufuhr, von welcher ja die Fleischbildung in erster Linie abhängt, muß daher auch bei der Mast jugendlicher Tiere der Wachstumsgeschwindigkeit angepaßt und dementsprechend um so größer sein, je

jünger die Tiere zur Mast aufgestellt werden. Würde man weniger von diesem Nährstoff reichen, als sich schon bei der Fütterung für Zuchtzwecke nötig erweist, so würden die Muskeln mangelhaft entwickelt, die Tiere im Wachstum aufgehalten und damit auch bald die Grenze erreicht werden, von welcher ab auch der Fettansatz erschwert und beeinträchtigt wird. Eiweißarm gefütterte jugendliche Tiere liefern zudem eine mit Fett überladene Schlachtware mangelhafter Qualität. Aus allen diesen Gründen muß es Regel sein, bei Masttieren jeder Art, deren Wachstum noch nicht abgeschlossen ist, die Fleischbildung kräftig zu fördern. Um dieses Ziel zu erreichen, ist die Eiweißzufuhr erfahrungsgemäß noch etwas höher zu bemessen als bei der Fütterung des Zuchtviehs. — Von der übrigen Haltung wachsender Masttiere gilt dasselbe, wie vom Zuchtvieh, nur muß man da, wo nicht Weidemast betrieben wird, die Bewegung der Tiere tunlichst einschränken, da der Gebrauch der Muskeln der Fettablagerung entgegenwirkt.

1. Die Fütterung der Kälber. — Da die Fähigkeit der Tiere, die zugeführte Nahrung zum Aufbau der Organe zu verwenden, am stärksten in ihrer Jugend entwickelt ist, so gilt es, diese Zeit auszunützen und durch eine reichliche Versorgung, insbesondere mit Eiweiß, eine gute Ausbildung der Tiere zu sichern. Nach der Geburt ist zunächst darauf zu halten, daß das junge Kalb die vom Muttertier abgesonderte Kolostralmilch (S. 404) bekommt, die sich von der gewöhnlichen Vollmilch durch einen größeren Nährstoffgehalt und durch eine leicht abführende Wirkung auszeichnet. In der darauf folgenden Zeit, in der dann 4—8 Wochen lang — bei Tieren, die später bei der Zucht bezw. Mast etwas Hervorragendes leisten sollen, auch länger — Vollmilch die Hauptnahrung bildet, läßt man die Kälber entweder saugen oder verabreicht ihnen ermolkene Milch, die nicht gerade von der Mutter zu stammen braucht, sondern jeder gesunden Kuh oder dem Gemelke des ganzen Stalles entnommen werden kann, vorausgesetzt, daß nur Futterstoffe verabreicht werden, die der Milch keine nachteiligen Eigenschaften verleihen.[1]) Das Verfahren des Tränkens gewährt vor dem des Saugenlassens[2]) den Vorteil, daß die bei jeder Mahlzeit aufzunehmende Milchmenge dem Tiere zugemessen und die Ernährung so geleitet werden kann, wie es im Hinblick auf den Nutzungszweck am passendsten erscheint. Die Kälber saugen außerdem nur selten das Euter leer, in der Regel verbleibt ein Rest, den manche Kühe hartnäckig zurückhalten und der durch nachträgliches Ausmelken oft nicht zu gewinnen ist, derartige im Euter verbleibende Rückstände beeinträchtigen aber die Milchergiebigkeit. Trennt man dagegen die Kälber gleich nach der Geburt von der Mutter und mißt man ihnen ein zweckmäßiges Quantum der Muttermilch aus dem gesamten Gemelke zu, so geht man allen Übelständen, die mit dem Saugenlassen verknüpft sind, aus dem Wege. Man hat dann später auch beim Entwöhnen der Kälber von der Milchnahrung geringere Schwierigkeiten zu überwinden, als wenn man die Tiere selbst saugen läßt. Reinhalten der Tränkgefäße,

---

[1]) Nähere Angaben hierüber finden sich w. o. II. Teil, Kapital 1, 2 und 4.

[2]) Ausführliche Untersuchungen hierüber sind von Th. Henkel und E. Mühlbach (Landw. Versuchsstationen 63. Bd., 1906, S. 407) ausgeführt worden.

Sorgfalt bei der Abmessung des Milchquantums und pünktliche Einhaltung der Mahlzeiten sind freilich unerläßliche Bedingungen für den Erfolg, den man mit dem Verfahren des Tränkens erzielen kann.

Solange die Hauptnahrung aus Milch besteht und andere Futterstoffe nur in geringeren Mengen verzehrt werden, richtet sich das zu verabreichende Milchquantum nach dem Lebendgewicht der Kälber. Man rechnet bei der Aufzucht frühreifer Rassen auf 100 kg Lebendgewicht etwa 16—20 kg Milch und verabreicht dieselbe am besten frisch gemolken noch in warmem Zustande. Kalte oder in der Säuerung begriffene Milch führt leicht zu Verdauungsstörungen und Durchfall. Um die Tuberkulose wirksam zu bekämpfen, ist man mehrfach dazu übergegangen, die Kälber mit nur gekochter Milch zu füttern, wobei man Bedacht darauf nimmt, die Milch nur kurze Zeit zu erhitzen, am besten nur 15 Minuten lang auf 75—80° C. Da nämlich durch starke und längere Erhitzung nicht allein der Geschmack und Geruch der Milch verändert, sondern auch lösliche Kalksalze der frischen Milch in eine unlösliche Form übergeführt werden und die Fähigkeit mit Lab zu gerinnen aufgehoben wird, so ist es wohl erklärlich, daß lange und stark erhitzte Milch den Kälbern oft schlecht bekommt und zu Durchfällen, mangelhafter Knochenbildung usw. Anlaß gibt. Vorsichtiges kurzes Erhitzen bringt diese Nachteile indessen nicht. Untersuchungen hierüber hat K. Hittcher[1]) mit im ganzen 72 Kälbern angestellt und dabei auch noch einige andere Fragen erörtert. Von einzelnen Viehzüchtern wird nämlich behauptet, daß ein geringer Zusatz von Kochsalz zur gekochten Milch vorteilhaft auf das Gedeihen der Kälber einwirke, und es wäre wohl möglich, daß auch noch andere Salze, namentlich lösliche Kalkverbindungen wegen ihrer schon angegebenen Wirkung auf die Labungsfähigkeit die Bekömmlichkeit der erhitzten Milch verbessern. Aus diesen Gründen wurde von Hittcher auch mit einem Zusatz von Kochsalz (2 g auf 1 l Milch), sowie von zitronensaurem Kalk (ebenfalls 2 g auf 1 l), Monocalciumphosphat (0,6 g auf 1 l), Dicalciumphosphat (1,8 g auf 1 l), Tricalciumphosphat (1,5 g auf 1 l), geschabte Kreide (2 g pro l), Chlorcalcium (0,4 g auf 1 l) und Formalin (0,1 g auf 1 l) experimentiert. Die Untersuchungen dauerten bei jedem Kalbe 10 Wochen und ergaben folgendes:

Art der Milchnahrung	Zahl der Kälber	Zur Bildung von 1 kg Kalb wurde verbraucht kg Milch	Lebendgewichtszunahme pro Tag g	Auf 100 kg des mittleren Lebendgewichts wurde tägl. verzehrt Milchtrockensubst. kg
Gekochte Milch mit Tricalciumphosphat	3	8,87	774	1,36
Rohe Milch mit Formalin .	3	10,16	702	1,32
Gekochte Milch mit Dicalciumphosphat	3	10,21	687	1,45
Rohe Milch mit Kochsalz .	5	10,21	866	1,315

[1]) Landw. Jahrbücher 38. Bd., 1909, S. 871.

Art der Milchnahrung	Zahl der Kälber	Zur Bildung von 1 kg Kalb wurde verbraucht kg Milch	Lebendgewichtszunahme pro Tag g	Auf 100 kg des mittleren Lebendgewichts wurde tägl. verzehrt Milchtrockensubst. kg
Gekochte Milch mit Kochsalz	6	10,45	803	1,317
„ ohne Zusatz . . .	7	10,82	790	1,38
Rohe Milch „ „ . . .	6	11,11	799	1,45
Gekochte Milch mit Calciumzitrat	6	11,66	697	1,38
Rohe Milch mit Kreide . .	4	12,08	863	1,93
Gekochte Milch mit Monocalciumphosphat	6	12,17	675	1,40
Desgl. mit Chlorcalcium . .	6	12,59	644	1,448
Desgl. mit Kreide	6	13,13	876	1,92

Die rohe Milch scheint hiernach der gekochten keineswegs stark überlegen zu sein, denn es war von der gekochten zur Produktion von 1 kg Körpergewicht im Durchschnitt sogar etwas weniger erforderlich als von der rohen. Der Zusatz von Kochsalz zur rohen wie zur gekochten Milch hat sich in diesen Versuchen sehr gut bewährt und darf unter allen Umständen empfohlen werden, den Kalksalzen dagegen scheint ein fördernder Einfluß auf die Verwertung der Milch nicht zuzukommen.[1])

Da die Milch je nach der Rasse, der Individualität und der Fütterung in ihrer Zusammensetzung große Verschiedenheiten aufweist (s. w. u. Kap. 7), so ist es nicht zu verwundern, daß auch ihre Nährwirkung verschieden ausfällt. Bei richtig bemessener Milchzufuhr und einwandfreier Pflege der Kälber kann man im Durchschnitt etwa darauf rechnen, mit 10 l Vollmilch oder 1,2 kg Milchtrockensubstanz 1 kg Lebendgewichtszunahme zu erzeugen,[2]) unmittelbar nach der Geburt ist der Zuwachs wegen reichlicheren Ansatzes des wasserreichen Fleisches etwas größer als später, wo die Fleischbildung an sich allmählich abnimmt (S. 497) und etwas mehr Fett abgelagert wird. Selbstverständlich hängt die Zunahme der Körpersubstanz von dem Überschuß der Milchnahrung über den Erhaltungsbedarf ab. Reicht man Kälbern genau gleicher Beschaffenheit pro Tag und Kopf in einem Falle 8, im anderen 10 l Milch, und beträgt der erwähnte Überschuß im ersteren Falle 3, im zweiten 5 l, so wird die Körpergewichtsvermehrung, auf 10 l berechnet, nicht gleich, sondern im ersteren Falle erheblich geringer als in letzterem Falle sein und sich verhalten wie 3,75 : 5. Die Gepflogenheit, den Zuwachs auf die Gesamtnahrung zu berechnen, beruht hier wie auch bei der Fütterung anderer Tiere auf Voraussetzungen, die zumeist unzutreffend sind und zu irrigen Schlüssen führen.

[1]) Bei Versuchen dieser Art sollte stets streng darauf gesehen werden, daß in allen Abteilungen gleiche Mengen Milchtrockensubstanz aufgenommen werden. Die Lebendgewichtszunahme ist eben nicht auf den Gesamtverzehr zu beziehen, sondern nur auf den Teil des Futters, der über den Erhaltungsbedarf hinaus gereicht wird.

[2]) Vergl. Hittcher, Landw. Jahrbücher 38. Bd., 1909, S. 917.

Die Entwöhnung der Kälber von dem Genuß der Vollmilch muß so vorgenommen werden, daß die Tiere in ihrer Entwicklung keine Unterbrechung erleiden. Der Entzug der Vollmilch und die Einführung anderen Futters darf daher nur ganz allmählich vor sich gehen. Als zweckmäßigstes Ersatzmittel für die erste Zeit muß die frische, süße Magermilch (S. 406) gelten, die am besten aufgekocht und nachdem sie einen lauwarmen Zustand angenommen hat, verabreicht wird. Man geht dabei so zu Werke, daß man täglich nicht mehr als $^1/_2$ l Vollmilch entzieht und durch die gleiche Menge Magermilch ersetzt. Da bei diesem Verfahren je nach dem Entrahmungsgrad eine größere oder geringere Menge Milchfett den Tieren entzogen wird, so hat man aus den S. 407 schon angegebenen Gründen dafür Sorge zu tragen, daß dieser Mangel durch passende Surrogate ausgeglichen wird, als welche sich in der ersten Zeit namentlich gequetschte Leinsamen[1]) (25—30 g auf $^1/_2$ l Magermilch) oder Hafermehl, später auch Leinkuchen, ferner Kokosnuß-, Erdnuß-, Palmkernkuchen, sowie Gersten- und Erbsenmehl, Malzkeime, geringe Mengen Kleie, Molken usw. empfehlen. Auf die Qualität dieser Futtermittel bezw. ihre Unverdorbenheit ist bei der Aufzucht wegen der großen Empfindlichkeit des jugendlichen Organismus ganz besonderes Gewicht zu legen, ebenso auf eine zweckmäßige Form der Verabreichung, als welche sich am besten die Form von Suppen eignet. Daß auch manche Fette und Öle, denen schädliche Nebenwirkungen nicht eigen sind, als Ersatz für das der Magermilch fehlende Fett verwendbar sind, wenn sie mittels geeigneter (Homogenisier-) Apparate oder auf irgend eine andere Weise in milchähnlicher Emulsion in Milch oder Molken fein verteilt werden, ist nicht zu bezweifeln.[1]) Will man, was bei vorgeschrittenem Alter unbedenklich geschehen kann, Buttermilch oder saure Milch an die Stelle der entrahmten Milch treten lassen, so hat man hierbei ebenfalls einen ganz allmählichen Übergang einzuhalten.

Einen teilweisen Ersatz der Vollmilch bildet die Liebigsche Kälbersuppe, deren Bereitung wir (S. 296) bereits beschrieben haben. Gute Erfolge hat man mehrfach auch mit der Zugabe von verzuckertem Stärkemehl (Kartoffelmehl) zu Magermilch erzielt.

J. Hansen[2]), welcher sich neuerdings mit diesem Gegenstande beschäftigt hat, benützte zur Verzuckerung der Stärke ein käufliches Malzextrakt, Diastasolin genannt, und verfuhr, wie folgt: 500 g Kartoffelmehl werden mit $^1/_2$ l kaltem Wasser verrührt und darauf durch langsames Nachgießen von $3^1/_2$ l nahezu kochendem Wasser in einen steifen Kleister verwandelt, in den nach dem Erkalten auf 50—60° C. 50 g Malzextrakt eingerührt werden; nach etwa halbstündigem Stehen ist das Getränk zur Verwendung fertig. An die Stelle des

[1]) Einige vorläufige Untersuchungen über den Ersatz des Milchfettes in Magermilch finden sich bei G. Fingerling, Landw. Versuchsstationen 68. Bd., 1908, S. 141. — S. auch w. u. S. 514.

[2]) Deutsche landw. Tierzucht 10. Jahrg., 1906, S. 445; eine Zusammenstellung aller seither über den Ersatz des Milchfettes durch verzuckerte Stärke angestellten Versuche hat H. Hansen in der Deutschen landw. Tierzucht, 12. Jahrg., 1908, Nr. 44 und 45 veröffentlicht.

käuflichen Extraktes kann selbstverständlich auch feingeschrotenes Malz (ca. 50 g) treten, nur wird sich dann bei jüngeren Kälbern das Abseihen der Flüssigkeit empfehlen. Das Stärkemehl läßt sich ferner mit gutem Erfolge durch Weizen- oder Roggenfuttermehl ersetzen,[1]) und statt des Diastasolins und der Stärke kann man einfach auch Malzmehl nehmen. Die Verwendung solcher verzuckerter stärkemehlhaltiger Futtermittel neben Magermilch als Ersatz für Vollmilch kann bereits in der 4. Lebenswoche der Kälber beginnen, indem man dann anstatt 8—9 l in langsamem Übergange nur 6 l Vollmilch reicht neben 3 l Magermilch und $1^1/_2$ l der erwähnten Lösungen; in der 5. Woche würde die Vollmilch bis auf 3 l herabgesetzt und dazu 6 l Magermilch und 3 l der verzuckerten Lösung verfüttert werden können; und von der 6. Woche an würde die Ration pro Tag und Kopf aus 9 l Magermilch und 3 l Lösung bestehen können. Wichtig ist dabei, daß die Magermilch noch durchaus frisch und nicht sauer geworden ist. Nach den Beobachtungen Hansens, welche sich auf 42 Kälber und auf einen Zeitraum von über $^1/_2$ Jahr erstreckten, betrug bei der Verwendung von Kartoffelmehl und Malzextrakt die tägliche Lebendgewichtszunahme pro Stück im Durchschnitt 0,957 kg. Angeregt durch die günstigen Erfahrungen, die J. Hansen bei seinen Untersuchungen gemacht hatte, ist die Verwendung von verzuckerter Stärkelösung mehrfach geprüft worden. So berichtet E. Haselhoff[2]) als Ergebnis seiner Versuche über die Verwendung des Diastasolins bei der Kälberfütterung, daß die Wirkung der verzuckerten Stärkelösung im großen und ganzen eine günstige gewesen sei, wenn auch nicht zu verkennen ist, daß leicht Durchfall nach Verabfolgung verzuckerter Stärkelösung eintritt. Es empfiehlt sich daher, mit dem Beginn des Ersatzes von Vollmilch durch Magermilch und verzuckerter Stärkelösung nicht zu früh zu beginnen und den Übergang möglichst allmählich zu bewerkstelligen. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen W. Müller-Lenhartz und von Wendt[3]), die auch teils günstige, teils ungünstige Erfahrungen mit der Anwendung der mit Diastasolin verzuckerten Stärke machten. — Nach Fütterungsversuchen mit 14 Kälbern von K. Hittcher[4]) besteht indessen zwischen der Wirkung des mit Diastasolin verzuckerten und des nur verkleisterten Stärkemehls kein greifbarer Unterschied. Der genannte Forscher hatte zu diesen Versuchen ebenfalls Kartoffelmehl benützt, das er in die auf vorher 90° C. erwärmte, auf 65° C. wieder abgekühlte Milch einrührte. Auf 1 l Magermilch waren 50 g Stärke angewandt worden. Nach der Verzuckerung mit Diastasolin wurde diese Lösung von den Kälbern lieber aufgenommen, als wenn sie unverzuckert verabreicht wurde. In dieser Geschmacksverbesserung erblickt Hittcher in der Hauptsache den Wert des Diastasolinzusatzes.

Neugeborene Wiederkäuer besitzen bekanntlich nicht den vollkommen ausgebildeten Magen, den erwachsene Tiere dieser Art aufweisen. Sie sind daher

---

[1]) Deutsche landw. Tierzucht 11. Jahrg., 1907, S. 90.

[2]) Fühlings landw. Zeitung 57. Bd., S. 647.

[3]) Ebenda 60. Bd., S. 41.

[4]) Landw. Jahrbücher 38. Bd., 1909, S. 917.

in ihrer ersten Jugend auf den Verzehr leicht verdaulicher Nahrung angewiesen. Mit vorschreitendem Wachstum aber geht auch die weitere Ausbildung der Vormägen von statten. Sie wird wesentlich unterstützt dadurch, daß den Tieren Gelegenheit zur Aufnahme von etwas Rauhfutter gegeben wird, und es ist daher zu empfehlen, den Kälbern schon eine Woche nach ihrer Geburt täglich eine geringe, allmählich zunehmende Menge zartes, schmackhaftes Wiesenheu vorzulegen.

Ist die Zeit gekommen, den Kälbern die Voll- oder Magermilch ganz zu entziehen, so ersetzt man täglich $^1/_2$ l derselben durch warme Tränke und gewöhnt die Tiere mehr und mehr an die Aufnahme von Wiesenheu guter Qualität, dessen tägliche Gabe man allmählich bis auf 1—2 kg steigert. Daneben reicht man ihnen etwa nach Vollendung des dritten Lebensmonats feingestampfte Rüben oder Möhren mit etwas gutem, feingeschnittenem Strohhäcksel, gequetschten Hafer, der sich bei der Kälberaufzucht gut bewährt hat, Gersten- oder Erbsenschrot, Ölkuchenmehl, Malzkeime; man ersetzt auch das Heu zur geeigneten Zeit durch zartere Süßgräser, vermeidet aber die Verfütterung von Klee. Die vortrefflichste Nahrung wird freilich den Kälbern auf einer mit Süßgräsern bestandenen Weide geboten, auf der sich die Entwicklung der jungen Tiere am besten vollzieht.

Während der Entwöhnung und in der ersten Zeit nach derselben muß das Jungvieh immer etwas kräftig ernährt werden, weil einerseits die Entziehung der Milch sehr leicht Rückschläge bringt, andrerseits das Wachstum der Organe noch sehr lebhaft ist. Später, vom 4.—6. Monat an, vertragen die Kälber schon mehr Rauhfutter und Rüben, und nach Ablauf des ersten Lebensjahres gedeihen sie bei derselben Art der Futterstoffe wie das erwachsene Rind. Wichtig ist es, daß in den ersten Jahren Rücksicht auf den Nutzungszweck genommen wird, für den die Tiere bestimmt sind. Bei zukünftigem Milch- und Arbeitsvieh richtet man die Ernährung so ein, daß die Tiere sich zwar ausreichend entwickeln, aber nicht fett werden, während die Ausbildung besonderer Mastfähigkeit eine etwas reichlichere Nahrung erfordert. Einen ungefähren Anhalt für die Fütterung bieten die folgenden Zahlen, welche sich auf 1000 kg Lebendgewicht beziehen und den Gehalt der Tagesration an Trockensubstanz, verdaulichen Nährstoffen und Stärkewert angeben.

Alter der Tiere Monate	Lebendgewicht kg	Trockensubstanz kg	Verdauliche Nährstoffe: Eiweiß kg	Fett kg	Kohlenhydrate kg	Stärkewert kg
a) Heranwachsendes Milch- und Arbeitsvieh:						
2—3	70	22	3,4	2,0	13,0	18,5
3—6	140	24	2,8	1,0	13,0	15,2
6—12	240	26	2,3	0,6	12,0	11,5
12—18	320	26	1,8	0,4	11,5	9,0
18—24	400	26	1,3	0,3	11,0	8,0
b) Heranwachsendes Mastvieh:						
2—3	75	23	4,5	2,3	13,5	19,5
3—6	150	24	3,5	2,0	13,0	16,5
6—12	250	26	2,8	1,0	12,5	13,5
12—18	350	26	2,2	0,5	12,5	10,0
18—24	430	26	1,5	0,4	12,0	9,0

Untersuchungen über den Bedarf wachsender Rinder von G. Fingerling[1]) haben nun in voller Übereinstimmung mit einigen allerdings sehr spärlichen Angaben von A. Gouin und P. Andouard[2]) bewiesen, daß man bei der Aufzucht des Rindes mit erheblich niedrigeren Eiweißmengen auskommt, als in der voranstehenden Norm gefordert werden. Kälber einer frühreifen hochgezüchteten Rasse (Simmentaler Kreuzung) im Alter von 5—9 Monaten setzten nach diesen Untersuchungen bei einem Stärkewert im täglichen Futter von 12 bis 13 kg pro 1000 kg Lebendgewicht ebenso reichlich Fleisch an, gleichgültig ob ihnen auf das genannte Gewicht bezogen 2,3 oder 1,4 kg verdauliches Eiweiß gereicht wurde. Ein Stierkalb B z. B., 213 kg schwer und im Alter von 5 Monaten zum Versuch aufgestellt, verzehrte in 5 aufeinanderfolgenden Perioden und setzte folgende Mengen Stickstoff an:

Periode	auf 1000 kg Lebendgewicht		Stickstoff		
	Verdaul. Eiweiß kg	Stärkewert kg	im Futter g	umgesetzt g	angesetzt g
I	2,39	12,8	114	61	24
II	1,35	12,2	78	26	24
III	0,68	12,2	57	15	5
IV	0,61	11,8	56	14	4
V	0,57	11,6	57	13	3

Das Futter der I. Periode entsprach den vorhin angegebenen Futternormen. Die Verminderung der Eiweißgabe in der II. Periode um fast die Hälfte der Norm ließ jedoch den Eiweiß- (Stickstoff-) Ansatz ganz unberührt; erst die weitere Verminderung auf ca. 1/4 der Norm hatte eine starke Abnahme des Eiweißansatzes zur Folge. — Wurde bei einem anderen Kalbe, dessen Futter der Norm entsprach und welches hierbei (II. Periode) 23,3 g Stickstoff ansetzte, der Stärkewert von 11,88 auf 9,66 kg vermindert, so ging der Ansatz (III. Periode) rasch auf durchschnittlich 14,5 g, also recht erheblich herab. Kehrte man dann wieder zu einem der Norm entsprechenden Stärkewert zurück (IV. Periode), so hob sich auch der Ansatz wieder auf die frühere Höhe, nämlich auf 23,5 g. Diese und noch weitere Beobachtungen Fingerlings lehren, daß die Normen, welche der Verfasser dieses Lehrbuches für das Futter heranwachsender Rinder aufgestellt hat, dem Eiweißbedarf dieser Tiere unter allen Umständen genügen und selbst raschwüchsigen frühreifen Rassen die zum Aufbau der Organe erforderlichen Eiweißmengen vollauf sichern. An stickstofffreien Nährstoffen verbürgen diese Futtermaße ebenfalls ein zur gedeihlichen Entwicklung der Kälber ausreichendes Quantum, das allerdings bei dem heranwachsenden Milch- und Arbeitsvieh zu einer besonderen Fettablagerung, die bekanntlich zweckwidrig ist, nicht führt.

H. P. Armsby und J. A. Fries[3]), welche in letzter Zeit den Eiweiß-

[1]) Landw. Versuchsstationen 76. Bd., 1911, S. 1.
[2]) Bulletin de la Station agr. de la Loire-Inférieure 1906/7, S. 48.
[3]) The Pennsylvania State College Agr. Exp. Station, Bulletin 105, 1910.

und Energieverbrauch wachsender Stiere im Alter von $8^1/_2$ bis zu 26 Monaten verfolgten, fanden ebenfalls, daß diese Tiere einen durchaus befriedigenden Zuwachs bei Rationen aufwiesen, die erheblich weniger verdauliches Eiweiß enthielten, als in den Normen des Verfassers gefordert wird. Ein rein gezüchtetes Angus-Stierkalb vom Typus echter Fleischrassen und ein Mischprodukt (scrub) verschiedener unbestimmter Rassen vom Typus der Milchrassen hatten auf 1000 kg Lebendgewicht täglich folgende Mengen verdauliches Eiweiß verzehrt:

Alter Monate	Verdauliches Eiweiß Angus kg	Alter Monate	Verdauliches Eiweiß Scrub kg
8,5—10,9	1,42	10,9—13,2	1,64
10,9—14,4	1,40	13,2—15,6	1,77
17,0—19,0	1,09	18,1—20,2	1,25
19,0—22,0	1,03	20,2—23,1	1,23
25,0—62,2	0,72	26,2—27,5	0,85

Alle diese Ergebnisse deuten an, daß jugendliche Tiere über ein sehr stark entwickeltes Assimilationsvermögen für das Nahrungseiweiß verfügen müssen und ganz allgemein mit geringeren Mengen dieses so wichtigen Nährstoffs gut auskommen können, als man seither für möglich gehalten hat. In wirtschaftlicher Beziehung hängt daher auch hier die Beantwortung der Frage, ob viel oder wenig Eiweiß gegeben werden soll, von dem Preisverhältnis ab, in welchem eiweißreiche Kraftfuttermittel zu kohlenhydratreichen Futterstoffen stehen.

Bemerkenswerte Unterschiede zwischen den beiden Tieren machten sich auch in der Verwertung der zugeführten Energie bemerkbar, indem der Ansatz des Angusstiers einen höheren Energieinhalt aufwies, was sich jedoch ungezwungen daraus erklärt, daß dieses Tier mehr zum Fettansatz, der Scrub-Stier dagegen mehr zum Fleischansatz neigte. Verschiedenheiten in der Futterverwertung verschiedener Rassen mögen allgemein in derartigen Verhältnissen mit begründet sein.

Wie bereits angedeutet, ist bei der Fütterung wachsender Tiere besondere Rücksicht auch darauf zu nehmen, daß das Futter eine zureichende Menge mineralischer Nährstoffe, darunter vor allem die zur Ausbildung des Skelettes erforderliche Menge Kalk und Phosphorsäure enthält. Daß ein Mangel an diesen beiden Stoffen verhängnisvolle Folgen hat, ist schon früher (S. 181) dargelegt worden. Es frägt sich nun, wieviel davon das junge Rind benötigt. Beobachtungen von J. Lehmann[1]), welcher ein 5 Monate altes, 143,5 kg schweres Ochsenkalb täglich mit 2 kg Timotheeheu, 10 kg Molken, 0,5 kg Rapskuchenmehl und 0,5 kg gequetschter Gerste fütterte, zeigten, daß das Tier

im Futter aufnahm	24,5 g Kalk und	39,2 g Phosphorsäure
im Kot und Harn ausschied	14,2 „ „ „	21,0 „ „
mithin im Körper ansetzte	10,3 g Kalk und	18,2 g Phosphorsäure
desgl. in % des Verzehrs	42% „ „	46% „

[1]) Landw. Versuchsstationen 1. Bd., 1859, S. 68.

Bei einer ganz ähnlichen Untersuchung, die von H. Weiske[1]) mit zwei 5—6 Monate alten Ochsenkälbern und bei einem aus Wiesenheu, Spreu, Hafer, Getreideschrot und Rüben bestehendem Futter angestellt wurde, fand sich

	Kalk		Phosphorsäure	
	Nr. I	Nr. II	Nr. I	Nr. II
in der täglichen Nahrung	26,7 g	31,4 g	32,7 g	34,2 g
in den Ausscheidungen.	13,1 „	14,3 „	14,4 „	11,9 „
daher im Körper angesetzt . . .	13,6 g	17,1 g	18,3 g	22,3 g
desgl. in % des Verzehrs . . .	51%	54%	56%	65%

Die hier erlangten Prozentzahlen für den Ansatz darf man als Höchstbeträge ansehen, denn als in einem weiteren Abschnitt beider Versuchsreihen dem Futter gefällter phosphorsaurer Kalk zugelegt wurde, behielten die Tiere noch[2]) etwas mehr Kalk und Phosphorsäure im Körper zurück. Wollte man jedoch aus diesen Versuchen folgern, daß die Phosphorverbindungen aller Futtermittel nur zu ca. 50% verwertet werden können, so würde man zu irrigen Vorschlägen bezüglich der Gaben an Kalk und Phosphorsäure kommen, die Tieren gereicht werden müssen. Wie Versuche von G. Fingerling[3]) dargetan haben, vermögen die Wiederkäuer die einzelnen Phosphorverbindungen, die in den Futtermitteln enthalten sind (Lecithin, Phytin, Nuklein, Nukleinsäure, anorganische Phosphate usw.) sehr vollkommen zum Ansatz zu bringen, wenn sie in isolierter Form dargereicht werden. Wenn daher die in den Rauhfuttermitteln vorkommenden Phosphorverbindungen weniger vollkommen ausgenützt werden, so kommt es daher, daß die gesamten Verbindungen in den verholzten Zellen eingeschlossen sind, die den Verdauungssäften den Eintritt verwehren. Die Phosphorverbindungen solcher Futterstoffe aber, deren Zellen noch nicht verholzt sind, wie beispielsweise junges Gras, oder Futtermittel, die wenig verholzte Rohfaser enthalten, wie die meisten Kraftfuttermittel, sind nach weiteren Versuchen von G. Fingerling[4]) zu ca. 90% verwertbar. Bei dieser Sachlage ist es erklärlich, daß die Milch auch in dieser Hinsicht jegliches andere Futter übertrifft, indem von ihrem Gehalte an Kalk bis zu 97, von der Phosphorsäure bis zu 73%, von letzterer aber wahrscheinlich noch mehr im Körper angesetzt werden können. Diesen Beobachtungen ist bei der Fütterung Rechnung zu tragen. Will man ermessen, ob den Tieren genügende Mengen Kalk und Phosphorsäure zugeführt werden, so muß man die im Rauhfutter und Kraftfutter zugeführten Mengen an Kalk und Phosphorsäure getrennt ermitteln und auf Grund der eben mitgeteilten Verwertungszahlen berechnen, ob der Bedarf an diesen Stoffen gedeckt wird. Hierbei kann die folgende Feststellung als Anhaltspunkt dienen. Wenn das Gewicht eines Rindes

[1]) Journal für Landwirtschaft 21. Jahrg., 1873, S. 139.

[2]) Mit Ausnahme des Kalbes Nr. II der Weiskeschen Untersuchungen, welches schon im obigen Versuchsabschnitt täglich 300 g Wiesenheu mehr verzehrt und hierdurch mehr Mineralstoffe aufgenommen hatte als Nr. I.

[3]) Landw. Versuchsstationen 79/80. Bd., 1913, S. 847 und 86. Bd., 1915, S. 75.

[4]) Biochem. Zeitschrift 37. Bd., S. 266.

am Schlusse des ersten Jahres 350 kg beträgt, so würde es nach den hierauf gerichteten Ermittelungen an Kalk 2,2% = 7700 g und an Phosphorsäure 2,0% = 7000 g enthalten. Das entspricht, wenn man den Gehalt des Tieres bei der Geburt außer Betracht läßt, einem täglichen Ansatz von 21 g Kalk und 19 g Phosphorsäure.[1])

Solange die Kälber nur Milch genießen, wird man, der hohen Assimilierbarkeit der Milchbestandteile Rechnung tragend, sich auf Grund der direkten Untersuchungen (S. 500), wie schon früher angegeben, auf die Beigabe von etwas kohlensaurem Kalk (ca. 15 g Schlemmkreide pro Tag) beschränken können. Auch nach dem Entzug der Milch besteht nur selten ein Mangel an Phosphorsäure, viel häufiger jedoch ein solcher an Kalk, namentlich da, wo der Rauhfutterbedarf nicht durch Wiesenheu, sondern durch Stroh und Spreu gedeckt wird und zugleich viel Rüben und Körnerfutter gereicht werden. In Fällen dieser Art kommt man mit der billigen Schlämmkreide vollkommen aus und braucht nicht zu dem kostspieligeren phosphorsauren Futterkalk zu greifen, der eben nur da am Platze ist, wo es an Phosphorsäure fehlt.

Bei der Mast der Kälber wird behufs Erzeugung einer Schlachtware bester Qualität in der Regel nur süße Milch verwendet, weil bei der Verabreichung anderer Futtermittel (Heu und Körner) das Fleisch an Wohlgeschmack verliert und die beliebte helle Farbe einbüßt. Selbst geronnene saure Milch soll die Güte des Fleisches nachteilig beeinflussen und ihm einen dunklen Ton verleihen. Wo Mastkälber vorzüglichster Qualität entsprechend bezahlt werden, verwendet man ausschließlich Vollmilch, der man zur Erhöhung ihrer Wirkung zuweilen Eier einrührt. Als teilweiser Ersatz für Vollmilch[2]) dienen sonst vielfach Magermilch mit Molken, oft verwendet man nur Magermilch oder ein Gemisch dieser mit Molken und anderen Stoffen, welche das der Magermilch fehlende Fett ersetzen sollen. Außer den Molken dient diesem Zweck das Erdnußöl, das der auf 36° C. erwärmten Milch in Mengen von 20 g pro Liter zugesetzt und mit derselben mit einem Schaumbesen so innig verrührt werden muß, daß keine Öltropfen mehr sichtbar sind; nicht genügend fein verteiltes Öl bewirkt sonst Durchfall. In gleicher Weise verwendet man ferner Stärkemehl, 50 g auf das Liter Magermilch, indem man das Stärkequantum zunächst in eine kleine Portion kochende Milch einträgt und unter fortwährendem Rühren solange weiter erhitzt, bis sich die Stärke ohne Klumpenbildung verkleistert hat; noch mehr zu empfehlen ist bei der Verwendung von Stärkemehl oder stärkemehlhaltigen Futterstoffen das S. 296 und 508 beschriebene Verfahren der Verzuckerung mittelst Malzschrotes. Auch mit anderen Surrogaten hat man gute Erfolge erzielt, so mit Mischungen von 25—30 g Reismehl und 35—40 g gequetschten Leinsamen, oder mit ca. 50 g Maismehl pro Liter Milch, ebenso mit einem Gemisch von gleichen Teilen Leinmehl, Stärke und Erbsen- oder Linsenmehl. Die beste Wirkung unter diesen

---

[1]) Diese Beträge stimmen sehr gut mit dem von Weiske beim Kalb Nr. II beobachteten Ansatz überein.

[2]) Siehe hierzu auch S. 508.

Surrogaten soll das Buchweizenmehl haben, welches die Güte des Fleisches am wenigsten beeinträchtigt. Alle diese Zusatzmittel sind am zuträglichsten, wenn sie vor der Verfütterung gekocht oder gebrüht werden. — Als geeignetes Verfahren bei der Kälbermast sei das folgende[1]) angegeben, das, wie es scheint, aus Holland stammt und sich im ganzen gut bewährt hat. Die Kälber werden von der Geburt an getränkt und kommen für die ganze Dauer der Mast einzeln in besondere Verschläge, die gerade so groß sind, daß die Tiere darin stehen und liegen, sich aber nicht umwenden können. Der Boden der Verschläge ist nach hinten geneigt und am Ende mit einem Lattenrost versehen, durch welchen Harn und Kot hindurchfallen können. Man hält die Temperatur des Raumes gleichmäßig auf 20—22° C. und sorgt für reinliche trockene Streu. Jedenfalls ist es Regel, die Tiere an lebhaften Bewegungen zu hindern, was sich natürlich auch auf anderem Wege, durch geeignete Anbindevorrichtungen, erreichen läßt. Die Menge der Nahrung richtet sich selbstverständlich nach der Aufnahmefähigkeit der Tiere und muß so bemessen sein, daß zwar volle Sättigung, aber keine Überfütterung eintritt, eine Maßregel, die wie überhaupt die gesamte Haltung und Pflege der Tiere, große Anforderungen an die Erfahrung und Sorgfalt dessen stellt, der von der Kälbermast Vorteil ziehen will. Wenn die Mast bald nach der Geburt beginnen soll, so werden die Kälber zunächst eine Zeitlang, bis zu ihrer vollen Erstarkung, ebenso behandelt, wie die für die Aufzucht bestimmten Tiere; nach und nach führt man ihnen größere Mengen Milch zu und geht, wenn die Mast mit Vollmilch betrieben werden soll, bei jeder der drei Tagesmahlzeiten bis auf 5, höchstens 6 l, die man etwa bis zur 10.—12. Woche erreicht. Noch höhere Gaben sind auch bei länger ausgedehnter Mast kaum am Platze. Sollen Magermilch, Molken oder andere Futterstoffe zum Verzehr gebracht werden, so ist immer ein langsamer Übergang von der Vollmilch zur neuen Ernährungsweise nötig. Wie bei der Aufzucht, so rechnet man auch bei der Mast 1 kg Lebendgewichtszunahme auf durchschnittlich 10 l Vollmilch und 15—20 l Magermilch, deren Fettgehalt hierbei ausschlaggebend ist; dabei ist bei der Verfütterung der Vollmilch die Dauer der Mast auf etwa 8—12, bei Magermilch auf 10—12 Wochen zu bemessen. Einen ungefähren Anhalt über die Milchmengen, welche 1 kg Lebendgewichtszuwachs bei verschiedener Dauer der Mast benötigt, geben die nachstehenden Zahlen, welche an der Molkereischule zu Rastede[2]) bei der Mast von 30 Kälbern beobachtet worden sind.

Dauer der Mast	Lebendgewicht am Schlusse der Mast	Tägliche Gewichtszunahme	Magermilch auf 1 kg Zuwachs
Tage	kg	kg	kg
20—30	57,7	0,89	7,9
30—40	66,0	0,82	9,5
40—50	79,5	0,97	11,5

[1]) Ellerbrock, Die holländische Rindviehzucht und Milchwirtschaft, Braunschweig 1853, S. 35.

[2]) Milchzeitung 9. Bd., 1880, S. 214.

Dauer der Mast	Lebendgewicht am Schlusse der Mast	Tägliche Gewichtszunahme	Magermilch auf 1 kg Zuwachs
Tage	kg	kg	kg
50—60	86,2	0,92	12,0
60—70	99,8	0,95	13,6
70—80	99,8	0,86	14,6
80—90	110,0	0,86	20,1
über 90	153,5	1,01	18,0

Wenn auch die Anzahl der Tiere, mit denen diese Ergebnisse erlangt worden sind, nicht so groß war, daß individuelle Einflüsse gänzlich ausgeschaltet waren, so läßt sich aus den Beobachtungen doch mancherlei Wichtiges entnehmen. Man sieht, daß bei richtig bemessener, der Entwicklung der Kälber angepaßter Milchzufuhr der tägliche Zuwachs sich wenig ändert, gleichgültig, ob die Mast 20—30 oder 80—90 Tage fortgesetzt wird. Das Milchquantum aber, das auf 1 kg Lebendgewicht entfällt, nimmt bei dieser Ernährungsweise zu, je länger die Mast dauert; es bleibt eben der Nahrungsüberschuß über den Erhaltungsbedarf nicht während der ganzen Dauer der Mast gleich, sondern es wird infolge der Erhöhung des Körpergewichts nach und nach mehr für die Erhaltung verbraucht und dadurch der produktive Teil der Nahrung vermindert; auch nimmt allmählich die Intensität der Fleischbildung ab.

Rinder, welche im Alter von 2—3 Jahren gemästet werden sollen, würden, da ihr Wachstum noch nicht abgeschlossen ist, auf 1000 kg Lebendgewicht etwas mehr Eiweiß (ca. 2,0 kg) benötigen, im übrigen aber in ganz gleicher Weise zu füttern sein, wie volljährige Rinder.

2. Die Fütterung der Lämmer. — Mit der Entwöhnung der Lämmer beginnt man in der Regel schon 3—4 Wochen nach der Geburt und beläßt nur solche Tiere länger bei ihrer Mutter, welche zu Zwecken der Zucht bestimmt, sich besonders kräftig entwickeln sollen. Um die Tiere an die Aufnahme fester Futterstoffe zu gewöhnen, sondert man sie nach der angegebenen Zeit zunächst 6 bis 8 Wochen hindurch nur tagsüber, später ganz von den Müttern ab und läßt sie am Tage anfänglich öfters, schließlich nur ein- bis zweimal saugen. Während dieser Trennung legt man ihnen besonders zartes, kräftiges Wiesenheu, später auch gequetschten Hafer vor und stellt ihnen gutes, nicht zu kaltes Wasser zur Verfügung. In dieser Weise gelingt es, die Tiere in etwa 3 Monaten zu entwöhnen. Von dieser Zeit an bildet ein gutes Wiesenheu neben gequetschtem Hafer, Erbsenschrot, milden Ölkuchenmehlen usw. die Hauptnahrung. Wie alles Jungvieh, so gedeihen auch die Lämmer am besten, wenn sie bei mildem Wetter auf die Weide gebracht werden oder ihnen doch wenigstens Bewegung im Freien gestattet wird. Ein plötzlicher Übergang von der Stallhaltung zur Weide ist aber selbstverständlich bei jugendlichen Tieren ganz besonders zu vermeiden; man treibt die Lämmer daher anfänglich nur einige Stunden aus und gewöhnt sie allmählich an längeren Aufenthalt im Freien. — Der tägliche Futterbedarf pro 100 Stück bis zum Absetzen stellt sich nach der Erfahrung bei leichten Rassen

auf 20 kg Heu und 6 kg Körner, bei schwereren Rassen auf 30 kg Heu und 7,5—10 kg Körner. Nach dem Entzug der Muttermilch erhöht sich der Bedarf bis zum Ablauf des ersten Lebensjahres etwa auf 50 kg Heu neben 10—20 kg Körnern. Im zweiten Jahre erhalten die Schafe pro Tag und 100 Stück 50—75 kg Heu, dazu 10—15 kg Körner, etwas Rüben als Nebenfutter und Stroh zur vollen Sättigung. Auch bei Weidegang ist meist ein kleiner Zuschuß von Heu und Körnern erforderlich. — Wässeriges Futter jedweder Art, welches mehr Flüssigkeit enthält, als Schafe von Natur aus aufzunehmen pflegen, wird von diesen Tieren leichter verschmäht und, dauernd verabreicht, schlechter vertragen als von anderen Nutzviehgattungen. Tränken und Suppen, sowie Hackfrüchte und wasserreiche Abfälle sind daher bei der Aufzucht nur als Nebenfutter zu verwenden.

Entsprechend ihrer raschen Körpergewichtsvermehrung, welche die des wachsenden Rindes noch übertrifft, erfordern Lämmer in der ersten Jugend ein noch kräftigeres Futter als Kälber. Hinsichtlich der Nährstoffzufuhr richtet man sich auch hier nach dem Nutzungszweck, indem man Tiere, bei welchen die Anlage zur Fleischbildung und Mast besonders ausgebildet werden soll, etwas reichlicher ernährt als solche, die zunächst nur der Wollproduktion dienen sollen. Nach Maßgabe der schon (S. 501) vorgeführten Untersuchungen H. Weiskes, sowie nach einer längeren Beobachtungsreihe von E. Wolff[1]) und nach den Erfahrungen der landwirtschaftlichen Praxis ist eine gute Entwicklung der Lämmer gewährleistet, wenn ihnen bei der Aufzucht und Mast pro Tag und 1000 kg Lebendgewicht nachstehende Mengen Trockensubstanz und verdauliche Nährstoffe gereicht werden:

Alter der Tiere	Lebendgewicht pro Kopf	Trockensubstanz pro Kopf	Verdauliche Nährstoffe			
			Eiweiß	Fett	Kohlenhydrate	Stärkewert
Monate	kg	kg	kg	kg	kg	kg
a) Wollrassen.						
5—6	28	27	3,0	0,8	15,6	16,4
6—8	33	25	2,5	0,6	13,5	13,0
8—11	38	23	1,8	0,5	11,5	10,7
11—15	41	22	1,5	0,4	11,3	10,2
15—20	45	22	1,2	0,4	11,0	9,7
b) Mastrassen.						
5—6	30	28	4,5	1,0	15,8	17,2
6—8	38	27	3,5	0,7	15,0	15,4
8—11	46	26	2,5	0,5	14,5	13,8
11—15	54	25	2,0	0,4	12,5	11,4
15—20	70	24	1,5	0,4	12,0	10,2
c) Mastlämmer.						
6—7	35	31	3,5	0,8	16,0	17,0
7—9	45	30	3,0	0,7	15,0	16,0
9—11	55	28	2,5	0,7	14,5	15,0

[1]) Landw. Jahrbücher 2. Bd., 1873, S. 221.

Nach den Untersuchungen Weiskes (S. 502) setzen Lämmer im Alter von 4—5 Monaten auf 50 kg Lebendgewicht täglich 2,5—3,8 g Kalk und 2,0 bis 4,1 g Phosphorsäure an. Das sind Mengen, die von einem Futter, das den oben angeführten Normen angepaßt ist, in der Regel ausreichend gedeckt werden. Nur wo man gezwungen ist, den Lämmern Sommerstroh an Stelle des Wiesenheues, und ausgelaugte Abfälle an Stelle der Körner und Ölkuchen zu reichen, da wird eine Ergänzung der Rationen in derselben Weise stattfinden müssen wie beim wachsenden Rinde (S. 514).

3. Die Fütterung der wachsenden Schweine. — Nach den Angaben[1]) erfahrener Schweinezüchter bemißt man die Saugezeit der für die Zucht bestimmten Ferkel auf 6—8 Wochen und kann dieselbe bei zukünftigen Mastschweinen unter Umständen auf vier Wochen beschränken oder bei schwächeren Individuen auf 10 Wochen ausdehnen. Schon im Alter von 2—3 Wochen zeigen sich die Tiere geneigt, andere Stoffe nebenher zu benagen und zu verzehren, und es ist dann angezeigt, ihnen etwas unzerkleinerte Gersten- und Weizenkörner oder gequetschten Hafer vorzulegen. Auch stellt man ihnen von dieser Zeit an gern etwas Holzkohle, Steinkohle, Erde oder Sand täglich frisch als diätetisches Mittel zur Verfügung. Infolge des außerordentlich raschen Wachstums der jungen Tierchen liefert ihnen die Mutter sehr bald nicht mehr Nahrung genug. Schon von der 3. Lebenswoche an wird daher Kuhmilch, am besten gekocht und zur Hälfte mit Wasser verdünnt, in lauwarmem Zustande verabreicht. Da aber die Zusammensetzung der Kuhmilch von derjenigen der Schweinemilch erheblich abweicht (S. 403) und der Genuß der ersteren leicht schwere Durchfälle hervorruft, so müssen die Ferkel nur ganz allmählich an die neue Nahrung gewöhnt werden. Man reicht daher zu Anfang nicht mehr als $^1/_8$ l und erhöht das Quantum langsam auf nicht wesentlich mehr als 1 l. Verwendet man Magermilch, so empfiehlt sich in den ersten 14 Tagen nach der Entwöhnung der Zusatz mit Malz behandelter stärkemehlhaltiger Futterstoffe (S. 296 und 508), indem sich auf diese Weise die Nahrungsaufnahme erhöhen läßt.[2]) Auch erwies sich in Beobachtungen von Ostertag und N. Zuntz[2]) die homogenisierte Milch als ebenso bekömmlich wie volle Kuhmilch, doch sollte im Hinblick auf den großen Eiweißbedarf der Tiere ihr Fettgehalt nicht über 3 % gebracht werden. Die Milch und die in steigenden Mengen zum Verzehr gelangenden Körner bieten den Tieren in der Regel eine dem Bedarf völlig genügende Menge Phosphorsäure, während der Kalkgehalt zumeist nicht ausreichend ist und durch Beigaben von Schlämmkreide, deren Menge nach und nach auf 8—10 g zu steigern ist, ergänzt werden muß. Haben die Tiere die Fähigkeit erlangt, eine genügende Menge Futter aufzunehmen, so gewöhnt man sie alsbald an die Futterstoffe, welche ihnen nach dem Absetzen gereicht werden sollen, und schreitet alsdann zur vollständigen Entziehung der

---

[1]) Siehe u. a. „Die Fütterung der Zuchtschweine", herausgegeben von der Landwirtschaftskammer für die Provinz Sachsen, Berlin 1902; H. Schmidt, Zucht- und Mastschweine, Berlin 1902.

[2]) Landw. Jahrbücher 37. Bd., 1908, S. 201.

Muttermilch, indem die Tiere allmählich immer seltener zum Saugen zugelassen werden. Nach dem Entwöhnen ersetzt man die Vollmilch in langsamem Übergange durch süße Magermilch, die ebenfalls gekocht, aber nicht notwendigerweise verdünnt werden muß und in lauwarmem Zustande verfüttert wird. Sind die Tiere für Zuchtzwecke bestimmt, so bleibt man bis zum Alter von 3 Monaten bei der Verabreichung von Magermilch und gequetschten Körnern (Gerste, Hafer oder Weizen) oder gibt ihnen wohl auch Erbsen- und Bohnenschrot, bei Mangel an Milch an ihrer Stelle Mehlsuppen. Vom 3. Lebensmonate an führt man zerkleinerte Runkelrüben, gekochte oder gedämpfte Kartoffeln, fein geschrotenen Mais, zartere Grünfutterpflanzen, vor allem jungen Rotklee in die Ration ein und hört allmählich mit der Verfütterung der Magermilch ganz auf, wo man nicht etwa eine hervorragend rasche und vollkommene Entwicklung anstrebt. Immer aber füttert man die heranwachsenden Eber etwas kräftiger als die zur Zucht bestimmten weiblichen Ferkel und gewährt ihnen auch nach dem Eintritt der Geschlechtsreife, die gewöhnlich im Alter von 8 Monaten erreicht ist, bis zum vollendeten Wachstum noch etwas proteinreicheres Futter, das sich in dieser Zeit zweckmäßig aus Grünfutter bezw. etwas Runkelrüben, Hafer- und Bohnenschrot zusammensetzt. Nach dem Abschluß des Wachstums halte man stets die Eber so, daß sie nur in gutem Ernährungszustande bleiben, aber nicht zu fett werden. — Die weiblichen Ferkel, welche zu Zuchtzwecken aufgezogen werden, sind schon von ihrem 5.—6. Lebensmonate an weniger intensiv zu ernähren; sie erhalten daher von diesem Alter an mehr Grünfutter und Hackfrüchte mit größeren Mengen Spreu neben schwächeren Mengen von Körnerschrot. Am vortrefflichsten gedeihen diese Tiere bei Weidegang, bei welchem sie sich zugleich am billigsten erhalten lassen und dessen Wohltat ihnen schon vom 5. Lebensmonate an gewährt werden darf. Die wertvollste Weide bieten die Rotkleeschläge, welche auf den Hektar etwa 120 Tage hindurch 25—40 Läuferschweinen eine ausreichende Nahrung bieten. Aber auch Brach- und Stoppelweiden, abgeerntete Kartoffel- und Rübenfelder, Ödländereien eignen sich für diesen Zweck, sofern den Tieren vor dem Austreiben und nach der Rückkehr in den Stall ein passender Zuschuß gereicht wird. Ein bloßer Tummelplatz, der den Tieren Bewegung an freier Luft gestattet, bietet immer nur einen mangelhaften Ersatz für den Weidegang. — Bei dieser weniger kräftigen Ernährung, welche die Organe vor der Verfettung schützt, bleibt man stehen, bis die Tiere geschlechtsreif geworden sind. Im Zustande der Trächtigkeit erhalten sie später allmählich steigende Zugaben von Hafer- und Gerstenschrot, im hochtragenden Zustande auch etwas Weizenkleie und Leinkuchen, die gelinde abführen und dadurch eine günstige diätetische Wirkung ausüben. Eine kräftigere Ernährung ist in diesem Stadium geboten, nicht bloß um die Entwicklung der fötalen Gebilde zu sichern, sondern auch weil die Tiere zur Zeit ihrer ersten Trächtigkeit noch nicht vollkommen ausgewachsen sind. Dasselbe gilt auch für die Säugezeit, während welcher eine erhöhte Nahrungszufuhr für die Zwecke der Milchbildung erforderlich ist.

Ganz ähnlich, wie die Fütterung der Zuchtschweine, gestaltet sich die Aufzucht solcher Ferkel, die im Alter von ca. 4—6 Monaten zur Mast aufgestellt

und dann bei möglichst gut entwickeltem Fleischbestande nicht übermäßig mit Fett beladen werden sollen. Tiere, welche für diesen Zweck bestimmt sind, dürfen bereits nach dem Absetzen ein noch etwas eiweißreicheres Futter erhalten als künftige Zuchttiere. Anders dagegen muß die Fütterung solcher Ferkel eingerichtet werden, die erst in völlig ausgewachsenem Zustande, im Alter von $1^1/_2$ Jahren gemästet und neben reichlichen Mengen derbem, bindigem und haltbarem Fleisch eine feste, kernige Speckschicht ausbilden sollen. Bei der Aufzucht dieser Tiere verwendet man von der Zeit des Absetzens an ein etwas weniger eiweißreiches Futter, indem man ihnen neben Magermilch sehr bald Hackfrüchte, Roggenkleie, Maisschrot reicht und vom vollendeten 5. Lebensmonate an auch andere Abfälle, wie Molken, Weizenkleie, Rübenschnitzel, später Kartoffelpülpe, Kartoffelschlempe, Futtermehle, Maisfutter, Grünfutter und Spreu zuführt. Zur geeigneten Jahreszeit finden auch diese Tiere die beste und billigste Nahrung und ausgezeichnete Kräftigung auf der Weide.

Die meisten Futtermittel, welche bei der Aufzucht der Schweine Verwendung finden, so die Milch, die Getreidekörner, vor allem aber die Kartoffeln und Rüben, zeichnen sich durch einen sehr geringen Kalkgehalt aus, dem zwar durch Grünfutter, Weidegang, Leguminosenkörner usw. etwas abgeholfen wird, der sich aber oft in einer mangelhaften Ausbildung und Erkrankung der Knochen bemerkbar macht. Es ist daher nur zu empfehlen, den Ferkeln von ihren ersten Lebenswochen an etwas kohlensauren Kalk in Form von Schlämmkreide zur Verfügung zu stellen und zwar in Mengen, die nach dem Alter und der Größe der Tiere, bezw. nach der Wachstumsgeschwindigkeit 5—12 g pro Tag und Kopf betragen sollten. Nach G. Klien[1]) kann man sich hierbei auch des gemahlenen kohlensauren Kalkes bezw. Mergels bedienen. Der phosphorsaure Futterkalk oder die Surrogate desselben (S. 412) werden nur dann anzuwenden sein, wenn die Nahrung größtenteils aus phosphorsäurearmen Futtermitteln (S. 182) besteht. Da der Körper des ausgewachsenen Schweines im ganzen 1,15 % Kalk und 1,10 % Phosphorsäure enthält und im Lauf des Jahres der Mast nicht unterworfene Tiere etwa um 120 kg schwerer werden, so stellt sich der gesamte Ansatz in dieser Zeit auf 1,35 kg Kalk und 1,32 kg Phosphorsäure, was einem täglichen Zuwachs von 3,8 bezw. 3,7 g entspricht. Da nun die Kalk- und Phosphorverbindungen in den Futtermitteln, mit denen Schweine ernährt werden, meist in einem leicht resorbierbaren und dabei hoch verwertbaren Zustande enthalten sind, genügt es, wenn man eine Verwertbarkeit von ca. 80 % zugrunde legt. Auf dieser Grundlage läßt sich annähernd abschätzen, ob eine Ration ausreichende Mengen dieser Nährstoffe enthält und welcher Zuschuß an Kalkphosphat bei Phosphorsäuremangel zu leisten ist.

Nach den vorstehenden Auseinandersetzungen und der Erfahrung kann man für eine zweckmäßige Zusammensetzung der Rationen wachsender Zucht-Schweine folgende Zahlen zugrunde legen:

---

[1]) Arbeiten d. Landw.-Kammer f. d. Prov. Ostpreußen, Nr. 17, 1907, S. 69.

Alter der Tiere	Lebendgewicht pro Kopf	Trockensubstanz	Verdauliche Nährstoffe auf 1000 kg Lebendgewicht			
			Eiweiß	Fett	Kohlenhydrat	Stärkewert
Monate	kg	kg	kg	kg	kg	kg
2—3	20	44	5,0—6,0	1,0	28,0—29,0	34,0
3—5	40	36	3,0—4,0	0,8	23,0—24,0	27,0
5—6	55	32	2,3—3,0	0,5	21,0—22,0	23,0
6—8	80	28	1,7—2,3	0,3	19,0—20,0	20,5
9—12	120	25	1,2—1,7	0,2	15,0—15,5	16,0

Was nunmehr die Fütterung solcher Schweine betrifft, welche im jugendlichen Alter zur Mast aufgestellt werden, so hat bereits eine Anzahl älterer Beobachtungen[1]) gelehrt, daß eiweißreichere Rationen eine bessere Wirkung haben, als eiweißärmere.

Besonders umfangreiches Material zu dieser wichtigen Frage haben in neuerer Zeit amerikanische Forscher beigebracht, die übereinstimmend fanden, daß die in den Vereinigten Staaten ziemlich verbreitete ausschließliche Maisfütterung an wachsende Mastschweine der Entwicklung der Tiere und dem finanziellen Masterfolge keineswegs sehr günstig ist. Wie zuerst J. W. Sanborn[2]) beobachtete und W. A. Henry[3]), W. L. Carlyle[4]) u. a. bestätigten, wurde durch die Zufütterung proteinreicher Stoffe zu dem eiweiß- und aschearmen Mais der Fleischzuwachs um 17 %, die Blutmenge um 33 % erhöht und zudem die Festigkeit der Knochen sehr günstig beeinflußt. Der aus diesen Erfahrungen gezogene Schluß, die durch den Mais gereichte Eiweißgabe als solche sei zu niedrig gewesen, ist aber nicht zwingend, weil bekanntlich die im Mais enthaltenen Eiweißstoffe nicht vollwertig sind. Über die Eiweißmenge, welche zweckmäßigerweise bei der Mast junger Schweine zu verabreichen ist, liegen zwar einige Untersuchungen vor; man kann indessen aus ihnen nicht ersehen, welche Mindestmenge an Eiweiß wachsende Schweine bedürfen, weil der Stickstoffumsatz dabei nicht festgestellt worden ist. Dagegen zeigen sie, daß die über ein gewisses Maß hinaus gereichte Eiweißmenge den Ansatz nicht mehr fördern kann. Zunächst kommen hierbei die Versuche in Betracht, welche an der Versuchswirtschaft zu Lauchstädt angestellt worden sind. In einer ersten Versuchsreihe von F. Albert[5]) waren 12 Stück Landschweine von einem durchschnittlichen Lebendgewicht von ca. 50 kg in drei

[1]) J. Lehmann, Amtsblatt der sächs. landw. Vereine 1865, S. 55 und 64, 1866, S. 12; E. Heiden, Bericht über die Arbeiten der Versuchsstation Pommritz 1870, S. 7; Beiträge zur Ernährung des Schweines, 1. und 2. Heft, Hannover und Leipzig 1876 und 1877; E. Wolff, Ernährung der landw. Nutztiere, Berlin 1876, S. 474; J. Peters, Preuß. Annalen der Landwirtschaft 50. Bd., 1867, S. 3; J. Lehmann, Zentralblatt für Agrikulturchemie 3. Bd., 1873, S. 142 und 5. Bd., 1874, S. 191; E. Wolff, Landw. Jahrbücher 8. Bd., 1879, Supplement S. 200.

[2]) Missouri Agr. College, Bulletin Nr. 10, 1884; Nr. 14, 1885 und Nr. 19, 1886.

[3]) Annual Report of the Agr. Exp. Station Wisconsin 1887, 1888 und 1890.

[4]) Ebenda 1900, 1901, 1902 und 1904.

[5]) Landw. Jahrbücher 28. Jahrg., 1899, S. 947.

Abteilungen 77 Tage hindurch gemästet und dabei folgende Mischungen auf 1000 kg Lebendgewicht benützt worden:

I. 60 kg gedämpfte Kartoffeln, 71,09 kg Magermilch, 17,75 kg Gerstenschrot (Normalration);

II. 60 kg gedämpfte Kartoffeln, 21,25 kg Gerstenschrot, 6,86 kg Fleischmehl;

III. 60 kg gedämpfte Kartoffeln, 71,09 kg Magermilch, 5,78 kg Gerstenschrot, 23,97 kg eines Gemisches von 1 Teil Rohrzucker und 1 Teil Gerstenschrot.

Sämtliche Tiere erhielten pro Tag und Kopf 15 g phosphorsauren Futterkalk.

Die Tiere der Abteilung I, deren Ration auf 100 kg Körpergewicht, 5 kg verdauliches Eiweiß und 28 kg verdauliche stickstofffreie Extraktstoffe einschließlich nicht-eiweißartiger Stickstoffsubstanz enthielt, nahmen pro Kopf und Tag in den ersten 5 Wochen um 0,519—0,767, durchschnittlich um 0,718 kg zu. Bei der Abteilung II mit 7,5 kg verdaulichem Eiweiß bei gleicher Zufuhr an stickstofffreien Nährstoffen und stickstoffhaltiger Nicht-Eiweißsubstanz betrug diese Zunahme nur 0,661 kg, und in der dritten Abteilung, welche auf 5 kg verdauliches Eiweiß 40 kg verdauliche stickstofffreie Nährstoffe einschließlich Amid verzehrt hatte, stellte sich der tägliche Zuwachs pro Kopf auf 0,929 kg. Der Vergleich der Abteilungen I und II deutet an, daß die einseitige Steigerung der Eiweißgabe von 5 auf 7,5 kg keine wahrnehmbare Wirkung hatte. Diese Beobachtung, die vielleicht nur in einer unzureichenden Kohlenhydratzufuhr ihren Grund hatte, führte zu einer Änderung des Versuchsplanes; es wurde der Abteilung II von der 6. Versuchswoche an 12 kg Zucker auf 1000 kg Lebendgewicht zugelegt und dadurch die Menge der stickstofffreien Nährstoffe und Amide auf 40 kg erhöht. Aber auch diese Zulage blieb wirkungslos, indem die tägliche Lebendgewichtszunahme während dieser Zeit des Versuches betrug

Abt. I 0,620 kg, Abt. II 0,623 kg und Abt. III 0,828 kg.

In einer zweiten von W. Schneidewind[1]) durchgeführten Versuchsreihe waren 6 Abteilungen gebildet worden, von denen immer je 2 gleich gefüttert wurden; jede Abteilung bestand aus 5 Läuferschweinen von einem durchschnittlichen Lebendgewicht von ca. 50 kg pro Stück. Die Rationen enthielten pro Tag und 1000 kg Lebendgewicht 60 kg Kartoffeln und 6 kg eines Gemisches aus 80% Zucker und 20% Fleischmehl, dazu außerdem bei einem Gewicht der Tiere von

Abt. I u. II	50—75 kg	75—100 kg	über 100 kg
Fleischmehl kg	5,67	3,76	2,50
Gerste kg	8,47	9,48	10,12
Nährstoffverhältnis[2])	1 : 4	1 : 5	1 : 6
Abt. III u. IV			
Fleischmehl kg	2,50	1,58	0,90
Gerste kg	10,12	10,61	10,97
Nährstoffverhältnis[2])	1 : 6	1 : 7	1 : 8

[1]) Landw. Jahrbücher 31. Jahrg., 1902, S. 916.

[2]) Reineiweiß : Stickstofffreien Nährstoffen + nicht-eiweißartiger Stickstoffsubstanz.

Abt. V u. VI	50—75 kg	75—100 kg	über 100 kg
Fleischmehl kg	0,91	0,38	0
Gerste kg	10,97	11,23	11,43
Nährstoffverhältnis[1])	1 : 8	1 : 9	1 : 10

Die Lebendgewichtszunahme betrug nun pro Tag und Kopf während des ganzen 28 Tage dauernden Versuchs:

Abteilung I	0,79 kg	III	0,79 kg	V	0,72 kg
„ II	0,72 „	IV	0,79 „	VI	0,70 „
Durchschnitt	0,755 kg		0,79 kg		0,71 kg

In Übereinstimmung mit den obigen Versuchen Alberts zeigte sich, daß der Eiweißmenge im Futter wachsender Mastschweine eine gewisse Grenze gezogen ist, jenseits welcher eine weitere Steigerung von Erfolg nicht mehr begleitet ist; denn die höchste Gabe von 6,25—4,17 kg Eiweiß auf 1000 kg Lebendgewicht (Abt. I u. II) rief keinen stärkeren Zuwachs hervor, wie die mittlere Gabe von 4,17—3,13 kg (Abt. III u. IV). Zu gering bemessen war jedoch die Menge von 3,13—2,53 kg bei den Abschnitten V u. VI. Letztere lieferten auch das niedrigste Schlachtgewicht, 77,3% gegenüber 80,7% bei I und II, und 79,8% bei III und IV.

In einer Versuchsreihe, die auf Veranlassung des deutschen Landwirtschaftsrates mit 284 Schweinen in 17 landwirtschaftlichen Betrieben ausgeführt worden ist,[2]) war man von den folgenden Fütterungsnormen[3]) ausgegangen:

Gewicht der Tiere kg	Verdaul. Eiweiß kg	Stärkewert kg
20	6,2	33,8
50	4,5	32,0
65	3,5	26,5
90	3,0	25,5
130	2,4	19,8

Ferner hatte man die Eiweißzufuhr teils höher, teils niedriger bemessen. Bei diesen Versuchen wurde gefunden, daß eine Erhöhung der in den Normen vorgeschriebenen Eiweißgaben selbst bei raschwüchsigen, sehr mastfähigen Tieren keinen Vorteil brachte, eine starke Erhöhung des Nahrungseiweißes bei den

[1]) Reineiweiß : Stickstofffreien Nährstoffen + nicht-eiweißartiger Stickstoffsubstanz.

[2]) Mästungsversuche mit Schweinen über die Verwertung der Kartoffeln bei verschiedener Eiweißzufuhr. Bericht des Deutschen Landwirtschaftsrates an das Reichsamt des Innern, Heft 3 u. 4, 1908.

[3]) Aus diesen wie aus weiteren, mit nahezu 400 Schweinen in 16 landwirtschaftlichen Betrieben und Anstalten ausgeführten Versuchen (Mästungsversuche mit Schweinen über die Wirkung von Trockenkartoffeln und Mais. Bericht des deutschen Landwirtschaftsrates an das Reichsamt des Innern 1909, Heft 11, S. 53 und 12. Heft) ergab sich, daß bei Einhaltung dieser Normen bei dem veredelten Landschwein, das mit 50—60 kg zur Mast aufgestellt wird, sich 100 kg Lebendgewichtszuwachs erzeugen lassen mit 315 kg Stärkewert und 45 kg verdaulichem Eiweiß.

jungen Tieren vielmehr die Neigung der Lähme förderte. Eine Verminderung der Eiweißzufuhr um 15—20% der in den Normen angegebenen Mengen führte bei frühreifen, raschwüchsigen Tieren anscheinend zu einer Herabsetzung der Lebendgewichtszunahme und zu einer Steigerung des Futterverbrauchs, der auf 100 kg Zuwachs entfiel. — Indessen sind die Versuche, aus denen diese Schlußfolgerung gezogen wurde, fast sämtlich nicht ohne tiefeingreifende Störungen verlaufen, oder sie entsprechen trotz ihrer großen Zahl und der darauf verwandten Mühe nicht den Forderungen, die man an Gruppenversuche stellen muß (S. 438). Sie sind daher nicht dazu angetan, Schlüsse über das mögliche Mindestmaß an Eiweiß, mit dem wachsende Mastschweine auszukommen vermögen, zuzulassen. Überhaupt können derartige Fragen nur durch Stoffwechselversuche, bei denen der Stickstoffumsatz und -ansatz festgestellt wird, geklärt werden. G. Fingerling hat eine Reihe derartiger Versuche mit jungen Schweinen einer raschwüchsigen Rasse ausgeführt, die denn auch dartun, daß der volle Fleischansatz von Schweinen der erwähnten Art noch erzielt wird, wenn die oben angegebenen Normen unterschritten werden. Aus diesen Versuchen sollen hier 2 vorgeführt werden, weil sie zeigen, wie ausgiebig junge Tiere das gebotene Eiweiß auszunützen vermögen und wie haushälterisch sie diesen für ihre Entwicklung so wichtigen Nährstoff verwenden, sobald genügende Mengen stickstofffreier Stoffe zur Verfügung gestellt werden. Der Stickstoffumsatz und -ansatz gestaltete sich dabei folgendermaßen:

	Schwein 12	Schwein 14	
Im Futter	25,41 g	22,10 g	Stickstoff
Im Kot	3,24 „	5,47 „	„
Verdaut	22,17 g	16,63 g	Stickstoff
Im Harn	13,15 „	5,79 „	„
Angesetzt	9,02 g	10,84 g	Stickstoff.

Hiernach sind bei Schwein 12 138,56 g, bei Schwein 14 103,94 g Stickstoffsubstanz verdaut worden. Es standen mithin pro 1000 kg Lebendgewicht 2,31 kg resp. 1,79 kg zur Verfügung. Dabei wurden 9,02 resp. 10,84 g Stickstoff angesetzt, ein Betrag, der auch bei eiweißreicher Ernährung nicht überschritten wird.

Wie aus allen diesen Versuchen hervorgeht, hat man selbst bei Schweinen frühreifer Rassen, die mit einem Lebendgewicht von ca. 50 kg zur Mast aufgestellt werden, auf befriedigenden Erfolg zu rechnen, wenn im Futter anfänglich ein Eiweißverhältnis von 1 : 5—6 eingehalten und dieses bis zum Ende der Mastfütterung allmählich auf 1 : 9—10 erweitert wird. Die Nahrungsmenge selbst muß dabei der Aufnahmefähigkeit der Tiere angepaßt sein. Anfänglich werden außerordentlich große Futtermengen, täglich bis zu 44 kg Trockensubstanz pro 1000 kg Lebendgewicht bewältigt, später aber sinkt die Freßlust bedeutend, und gegen das Ende der Mast beträgt der Konsum gewöhnlich nicht mehr wie 25—30 kg. Diesen Verhältnissen folgend geben wir als Anhaltspunkte für die Zusammensetzung geeigneter Futtermischungen die nachstehenden Zahlen, welche sich auf 1000 kg Lebendgewicht auf 24 Stunden beziehen:

Alter Monate	Mittleres Lebend-gewicht	Im Futter Trocken-substanz	Verdauliche Nährstoffe			Stärke-wert
			Eiweiß	Fett	Kohlenhydrat	
	kg	kg	kg	kg	kg	kg
2—3	20	44	5,0—6,2	1,0	28,0—29,0	34,0
3—5	50	36	3,0—4,5	0,9	25,5—26,5	32,0
5—6	65	32	2,5—3,5	0,7	22,5—23,5	26,5
6—8	90	28	2,2—3,0	0,5	20,5—21,5	24,5
9—12	130	25	1,5—2,4	0,3	18,5—19,5	20,0

Gute Haltung und Pflege und eine diesen Normen entsprechende Nährstoffzufuhr vorausgesetzt, ist bei der Mast des veredelten Landschweines auf eine durchschnittliche tägliche Gewichtszunahme von 0,6 kg pro Kopf zu rechnen; besonders leistungsfähige Tiere nehmen täglich bis 0,7 kg zu, während ein täglicher Zuwachs von 0,5 kg pro Tag und Stück schon nicht mehr als befriedigend bezeichnet werden kann.

Bei der geringen Zahl von Ausnutzungsversuchen, welche bisher mit Schweinen ausgeführt worden sind, ist man gezwungen, auch bei dieser Tiergattung den Futterberechnungen die Verdaulichkeitszahlen zugrunde zu legen, welche am Wiederkäuer ermittelt worden sind. Sofern das Futter hauptsächlich aus Körnerarten, Futtermehlen, Ölkuchen, Wurzelgewächsen, Milch, Molkereiabfällen, Fleisch- und Blutrückständen besteht, wird man bei diesem Rechnungsverfahren keinen erheblichen Fehler machen, denn gerade diese Stoffe werden vom Schweine und Wiederkäuer in annähernd gleichem Umfange verdaut (S. 45). Anders liegen die Verhältnisse jedoch bei den Grünfutterstoffen und manchen Abfällen, zu denen die getrockneten Biertreber, die getrockneten Schlempen, wahrscheinlich auch die scharf ausgemahlenen Kleien und spelzenreichen Hafer- und Gerstenabfälle zu rechnen sind. Von diesen gelangt beim Schwein viel weniger zur Verdauung wie beim Rind oder Schaf. Noch größer werden die Unterschiede bei stark verholzten Futterpflanzen und bei den Spreuarten, welch letztere von den Verdauungssäften des Schweines sehr wenig (S. 47) angegriffen werden und deren Verfütterung eigentlich nur aus diätetischen Gründen gerechtfertigt sein kann. — Auch die Verwertung der Futterstoffe durch das Schwein ist bis jetzt nur sehr wenig erforscht. Was auf diesem Gebiete an Stoffwechseluntersuchungen vorliegt, läßt erkennen, daß beim Schwein von der Energie der verdauten Nährstoffe ein geringerer Teil in Verlust gerät und ein entsprechend größerer Teil zur Fleisch- und Fettbildung Verwendung findet als beim Wiederkäuer (S. 161). Dazu kommt, daß die Futtermittel, welche die Hauptnahrung des Schweines bilden, im allgemeinen solche Nährstoffe enthalten, die auch beim Rinde den höchsten Ansatz ergeben. Die Kauarbeit, welche bei der Natur dieser Futterstoffe geleistet werden muß, ist an sich gering und kommt beim Schweine ziemlich ganz in Wegfall, wie ja auch die Gärungsvorgänge in den Verdauungsorganen dieses Tieres eine nur geringe Rolle spielen. So ist es denn erklärlich, daß die zur Verdauung gelangenden Nährstoffe vom Schweine nicht unbeträchtlich besser verwertet werden als vom Rind. Immerhin scheint in der Verwertung

der verschiedenen Futtermittel im einzelnen ein gewisser Parallelismus zwischen den beiden Tierklassen zu bestehen. Die Roggenkleie z. B., deren verdaulicher Teil sich beim Rind als erheblich minderwertiger erwies als die verdaulichen Stoffe der Körnerarten und Ölkuchen (S. 170), hat nach übereinstimmenden Berichten von J. Lehmann und E. Heiden[1]) auch beim Schweine eine sehr geringe Wirkung geäußert. Heiden fütterte u. a. vier im Alter von 204 Tagen stehende Ferkel der Yorkshire-Rasse täglich pro Kopf mit 1,5 kg Roggenkleie und 5 l Magermilch und beobachtete dabei eine durchschnittliche Gewichtszunahme von nur 0,299 kg pro Tag und Kopf; auf 100 kg Zunahme kommen dabei nicht weniger als 501 kg Roggenkleie und 1670 l Milch, während dieselbe Wirkung bei Tieren gleichen Alters sonst erzielt wurde

mit 435 kg Erbsen und 522 l Magermilch,
oder 343 „ Mais „ 678 „ „
oder 345 „ Gerste „ 766 „ „

Umgekehrt sind die 3 Körnerarten in Verbindung mit der eiweißreichen Milch von annähernd gleicher Wirkung gewesen. — Die getrockneten Diffusionsschnitzel wieder, deren verdauliche Stoffe vom Rinde nicht voll verwertet werden (S. 171), lassen im Vergleich zu den Nährstoffen der Kartoffeln, bei denen ein Ausfall im Produktionswerte beim Wiederkäuer nicht zu beobachten war, ähnliche Verhältnisse auch beim Schweine erkennen. Dies geht aus Fütterungsversuchen von W. Schneidewind[2]) hervor, welcher an 4 Abteilungen ca. 50 kg schwerer Ferkel gleiche Mengen verdauliche Nährstoffe verabreichte und bei 2 Abteilungen in den aufeinander folgenden Perioden pro Tag und 1000 kg Lebendgewicht 60, 50 bezw. 40 kg Kartoffeln, bei 2 anderen Abteilungen 6, 5 bezw. 4 kg getrocknete Rübenschnitzel zum Verzehr brachte. Der Versuch, in welchem außer 6 kg Melasse noch Gerste und Fleischmehl verfüttert wurde, ergab im Durchschnitt von 56 Tagen folgende Lebendgewichtszunahme pro Tag und Stück:

Abteilung	Kartoffeln	Abteilung	Getr. Schnitzel
I	0,71 kg	V	0,64 kg
II	0,70 „	VI	0,63 „
Mittel	0,705 kg	Mittel	0,635 kg

Die Minderwertigkeit der Rübenschnitzel, welche sich hier in Übereinstimmung mit den Beobachtungen des Verfassers herausstellte, zeigte sich ferner sehr deutlich in Versuchen, welche M. Gerlach[3]) mit 40 Schweinen gleicher Zucht ausführte. Die Tiere waren in 4 Abteilungen von je 10 Stück aufgestellt, von denen die I. Abteilung 60 kg Kartoffeln (gedämpft), 11,5 kg Gerstenschrot und 6,3 kg Fleischmehl erhielt. In der Ration der II. Abteilung waren 20 kg Kartoffeln durch 4 kg Zucker, 0,5 kg Gerstenschrot und 0,5 kg Fleischmehl ersetzt worden; in der III. waren die Kartoffeln ganz weggelassen und an deren Stelle 12 kg

[1]) Beiträge zur Ernährung des Schweines 1. Heft, 1876, S. 100.
[2]) Landw. Jahrbücher 31. Bd., 1902, S. 924.
[3]) Zentralblatt für Agrikulturchemie 35. Jahrg., 1906, S. 123.

Trockenschnitzel, 4,8 kg Zucker und 0,5 kg Fleischmehl getreten, und in der IV. Abteilung verabreichte man anstatt 60 kg Kartoffeln, 1 kg Gerstenschrot und 0,2 kg Fleischmehl, ein Gemisch von 50 kg Futterrüben und 12 kg Trockenschnitzeln. Auf 1000 kg Lebendgewicht enthielten diese 4 Rationen 4,5 kg verdauliches Eiweiß und 23 kg verdauliche stickstofffreie Stoffe. Nach 35tägiger Fütterung hatten die vier Abteilungen an Lebendgewicht zugenommen:

Abteilung I 223 kg, II 220 kg, III 191 kg und IV 173 kg.

Der Ersatz der vollwertigen Kartoffeln in der Abteilung III durch Trockenschnitzel + Zucker, und in der Abteilung IV durch Futterrüben und Trockenschnitzel hatte hiernach einen erheblich geringeren Zuwachs bewirkt, als bei Abteilung I während der Kartoffelfütterung beobachtet wurde. Es bestätigt sich hier die Beobachtung des Verfassers, daß auch die Futterrüben nicht vollwertig und dazu noch minderwertiger sind, wie die Trockenschnitzel.[1]) — Nach der angegebenen Zeit wurde die Fütterung geändert; es erhielt nämlich:

I. Abteilung 60 kg Kartoffeln, 12 kg Gerstenschrot, 5,5 kg Fleischmehl;

II. Abteilung 30 kg Kartoffeln, 12 kg Gerstenschrot, 7 kg Palmkernzucker (Gemisch von Palmkernschrot mit Rohzucker) und 5,4 kg Fleischmehl;

III. Abteilung 8 kg Trockenschnitzel, 12 kg Gerstenschrot, 8 kg Palmkernzucker und 5,3 kg Fleischmehl;

IV. Abteilung 45 kg saure Rübenblätter, 12 kg Gerstenschrot, 10 kg Palmkernzucker, 4 kg Erbsen- und Bohnenschrot.

Die Gewichtszunahme während dieses Versuchsabschnittes betrug:

bei Abteilung I 267 kg, II 220 kg, III 200 kg und IV 125 kg.

In dem letzten Abschnitt dieser Versuche war dann verabreicht worden:

I. Abteilung 60 kg Kartoffeln, 13,7 kg Gerstenschrot, 2,3 kg Fleischmehl;

II. Abteilung 30 kg Kartoffeln, 12 kg Gerstenschrot, 7,3 kg Palmkernzucker, 2,8 kg Fleischmehl;

III. Abteilung 8 kg Trockenschnitzel, 10,2 kg Gerstenschrot, 8 kg Palmkernzucker, 3,6 kg Fleischmehl;

IV. Abteilung 45 kg saure Rübenblätter, 12 kg Gerstenschrot, 4 kg Bohnen- und Erbsenschrot, 8,5 kg Palmkernzucker, 0,8 kg Fleischmehl.

Das Futter sämtlicher 4 Abteilungen enthielt auf 1000 kg Lebendgewicht in diesem Versuchsabschnitt 3,5 kg verdauliches Eiweiß und 20,5 kg verdauliche stickstofffreie Stoffe. Auch bei dieser Fütterung brachten die Kartoffeln die höchste Zunahme im Betrage von 280 kg hervor. Es folgte dann die Abteilung II, bei welcher neben dem vollwertigen Palmkernschrot noch Zucker in die Ration eingeführt war; hier betrug die Zunahme jedoch nur 206 kg. Bei der III. Abteilung mit den minderwertigen Trockenschnitzeln + Zucker sank der Zuwachs noch tiefer, nämlich auf nur 130 kg und bei der IV. Abteilung, welcher die ebenfalls minderwertigen sauren Rübenblätter nebst Zucker verabfolgt worden waren, stellte

---

[1]) Die verdauliche organische Substanz der Runkelrüben ist im Vergleich zu den reinen Nährstoffen nach des Verfassers Untersuchungen um 28, die der Trockenschnitzel um 22% minderwertig.

sich die Zunahme auf nur 163 kg. Die gesamte Zunahme in den 3 Fütterungsperioden war

bei Abteilung I 770 kg, II 646 kg, III 521 kg und IV 461 kg.

Nach allem haben sich also hier die Trockenschnitzel und mehr noch die Futterrüben und sauren Blätter, wahrscheinlich aber auch der Zucker als minder wirksam wie die Kartoffeln erwiesen.

Eine weitere Beobachtung an 6 Abteilungen junger Schweine, bei denen W. Schneidewind[1]) die Wirkung der Magermilch in Vergleich setzte einerseits zu einem Gemisch aus Fleischmehl und Zucker, andrerseits zu einer Mischung von Gerste und Fleischmehl, zeigte, daß bei diesen Rationen, die außerdem noch aus gleichen Mengen Kartoffeln bestanden, in 105 Tagen an Lebendgewicht pro Tag und Kopf erzeugt wurde:

Abt.	Magermilch kg	Abt.	Fleischmehl-Zucker kg	Abt.	Fleischmehl-Gerste kg
I	0,69	III	0,73	V	0,70
II	0,69	IV	0,72	VI	0,65
Mittel	0,69	Mittel	0,725	Mittel	0,675

Aus des Verfassers Beobachtungen am Rinde ist nun zu schließen, daß die Milch auf der einen und die Fleischmehl-Gerste-Ration auf der anderen Seite annähernd gleich wirksam sein müssen, was sich auch im obigen Versuch herausgestellt hat. — In gleich guter Übereinstimmung mit den am Rinde ausgeführten Untersuchungen des Verfassers befinden sich ferner einige Beobachtungen Schneidewinds an 2 Abteilungen junger Läuferschweine, von denen die eine Gersten-, die andere Maisschrot erhielt, beide aber ganz gleiche Mengen verdauliche Nährstoffe verzehrten; in dem 49 Tage andauernden Versuch betrug die durchschnittliche Zunahme pro Kopf bei Gerste 0,50, bei Mais 0,52 kg; die Nährstoffe der Gerste sind wegen des Spelzengehaltes ein wenig geringwertiger als die des Maises.

Bei der Auswahl der hier besprochenen Versuchsergebnisse haben wir uns nur auf solche Versuche beschränkt, die einerseits mit Futtermitteln von bekannter Verdaulichkeit angestellt worden sind, anderseits durch die ganze Art der Ausführung wenigstens einige Sicherheit für die Richtigkeit ihrer Ergebnisse bieten. Überblickt man die angegebenen Zahlen, so wird man finden, daß zwischen Rind und Schwein in der Tat eine gewisse Ähnlichkeit in der Verwertung der Futterstoffe besteht; was sich in den einzelnen Fällen beim Rinde als minderwertig erwiesen hat, zeigte auch beim Schweine eine geringere Verwertung, und umgekehrt erwiesen sich solche Futterstoffe, deren verdaulicher Teil bei der ersteren Tiergattung für vollwertig befunden oder ihrer Herkunft und Beschaffenheit nach als vollwertig anzusprechen war, auch bei der letzteren als gleichwertig. Solange genaue Untersuchungen über die Verhältnisse mit Schweinen nicht ausgeführt sind, wird es daher gerechtfertigt und zweckmäßig sein, bei Futterberechnungen für diese Tiergattung sich an die mit Wiederkäuern erlangten Ergebnisse anzu-

[1]) Landw. Jahrbücher 31. Bd., 1902, S. 909.

lehnen und außer dem Gehalte der Futterstoffe an verdaulichem Eiweiß auch den Produktions- bezw. Stärkewert, wie er in den im Anhang befindlichen Tabellen niedergelegt ist, zu berücksichtigen. Die Dringlichkeit des Bedürfnisses nach einer exakten Erforschung der Verwertung, welche den einzelnen Futterstoffen beim Schweine zukommt, soll hiermit keineswegs geleugnet werden.

Die bereits erwähnten Respirationsversuche G. Fingerlings und seiner Mitarbeiter (S. 161) geben auch Aufschluß über die Frage nach der Wirkung des Rohrzuckers bei der Schweinemast. Sie zeigen, daß der Zucker vom Schweine um ca. 30% höher verwertet wird, als vom Wiederkäuer, daß aber seine Wirkung nur 79,2% derjenigen beträgt, die bei Darreichung von Stärkemehl erzielt wurde.

Praktische Versuche, in welchen der Zucker mit anderen kohlenhydratreichen Futtermitteln in Vergleich gesetzt worden ist, haben zu recht wechselvollen Ergebnissen geführt. Für eine Gleichwertigkeit des Zuckers mit dem Stärkemehl spricht ein Versuch von J. B. Lawes und J. H. Gilbert[1]), in welchem 2 Abteilungen von je 3 Schweinen während der ganzen Dauer der Mast gleiche Mengen Linsenschrot und Kleie (558 bezw. 99 Pfd. engl.) erhalten hatten und der einen Abteilung 360,5 Pfd. Zucker, der anderen ebensoviel Stärkemehl zugeführt worden war. Die Lebendgewichtszunahme betrug bei der Zuckerfütterung 247, bei der gleich langen Stärkefütterung 248 engl. Pfd. Noch günstigere Resultate erhielt M. Maercker[2]) mit zwei Abteilungen von je 2 Schweinen, die täglich pro Stück 2 kg Kleie, 1 kg Gerstenschrot, 1—1,5 kg Kartoffeln, 1,5 bis 2 l Molken und dazu die eine Abteilung 0,25, später 0,5 kg Zucker erhielten. Die Lebendgewichtszunahme der Zuckerabteilung stellt sich bei 33tägiger Fütterung auf 50, die der ohne Zucker gemästeten Schweine auf 40,5 kg; im ganzen hatten 27 kg Zucker 19,5 kg oder 1 kg Zucker 0,7 kg Lebendgewicht erzeugt. In gleicher Weise wurden von F. Lehmann[3]) im ganzen 13 Schweine im Alter von 7 bis 15 Monaten gemästet, wobei jedoch 1 kg Zucker eine Gewichtszunahme von nur 0,332 kg brachte. Daneben wurden von demselben Forscher 17 vergleichende Versuche auf 8 Gütern mit 28 Schweinen von einem Alter von 3—18 Monaten angestellt und hierbei beobachtet, daß 1 kg Zucker 0,044—0,523, durchschnittlich 0,302 kg Gewichtszuwachs erzeugte. Noch etwas geringer war die Wirkung des Zuckers in den S. 522 schon erwähnten Versuchen F. Alberts, wo 1 kg Zucker nur 0,22 kg Zunahme brachte. Einen Vergleich der Verwertung des Zuckers mit derjenigen der Kohlenhydrate in der Form von Gerste ermöglichen die Versuche W. Schneidewinds[4]), der 8 Abteilungen junger Schweine mit einer aus Kartoffeln, Fleischmehl und Gerste bestehenden Grundration ernährte und je 2 Abteilungen 6 kg Kohlenhydrate in der Form von Zucker oder Gerste, zwei anderen Abteilungen 12 kg Zucker zulegte. Die Proteinmenge war in allen Ab-

---

[1]) On the equivalency of starch and sugar in food, London 1885.
[2]) Journal f. Landw. 35. Jahrg., 1887, S. 115.
[3]) Ebenda S. 129.
[4]) Landw. Jahrbücher 31. Bd., 1902, S. 928.

teilungen die gleiche geblieben und nur die Menge und Form der Kohlenhydrate verschieden gestaltet worden. In jeder Abteilung waren 5 Läuferschweine von zusammen 290 kg Anfangsgewicht aufgestellt worden. In dem 98 Tage währenden Versuch stellte sich nun die Lebendgewichtszunahme im Durchschnitt auf folgende Werte:

Abteilung	Auf 1000 kg Lebendgewicht	Pro Abteilung kg	Pro Tag u. Kopf kg
I u. II	Grundfutter ohne Zulage	267,0	0,545
III „ IV	desgleichen + 6 kg Zucker	318,5	0,650
V „ VI	„ + 6 „ Gerstenkohlenhydrat	315,0	0,643
VII „ VIII	„ + 12 „ Zucker.	359,5	0,734

Auf je 1 kg Kohlenhydrat entfiel folgender Gewichtszuwachs:

	Kleine Zuckerzulage kg	Gerstenzulage kg	Große Zuckerzulage kg
1. Zeitabschnitt, 21 Tage . .	0,420	0,370	0,390
2. „ 49 „ . .	0,089	0,080	0,098
3. „ 28 „ . .	0,268	0,268	0,200
Während des ganzen Versuchs	0,194	0,188	0,179

Die Ausschlachtung und die Untersuchung des Speckes ließen keinen Unterschied zwischen der Wirkung der Zucker- und Gerstenzulage erkennen. Dasselbe Ergebnis bezüglich des Einflusses einer starken Zuckerfütterung auf die Qualität der Schlachtprodukte zeitigten Versuche, die an der Versuchsstation Möckern ausgeführt wurden. Auch hierbei hatte die Beigabe größerer Zuckergaben die Beschaffenheit des Fleisches und Speckes günstig beeinflußt. — Aus den Versuchen Schneidewinds scheint nun in Übereinstimmung mit den Beobachtungen von Lawes und Gilbert hervorzugehen, daß der Zucker etwa mit den verdaulichen Kohlenhydraten der Gerste gleichwertig ist, während nach den weiter oben (S. 526) angeführten Versuchen Gerlachs der Zucker einen geringeren Wert besitzen müßte, wie die Kohlenhydrate der Kartoffeln. Zu letzterer Ansicht gelangte auch Fr. Lehmann[1]) bei einigen Versuchen, die er über die Wirkung der Melasse und des Gerstenschrotes angestellt hat. Er berechnet aus dem Wärmewert des Stärkemehls und der Melasse unter Berücksichtigung des aus letzterer durch Harnbildung entstehenden Verlustes, daß der Wert der organischen Melassesubstanz 93% vom Nährwert des Stärkemehls beträgt, und unternahm auf dieser Grundlage einen Versuch, indem Gerste mit Melasse verglichen und die der letzteren fehlenden Eiweißstoffe durch etwas Fleischmehl ausgeglichen wurden. 100 kg Gerste mußten hiernach gleichwertig sein mit 100 kg Melasse + 10 kg Fleischmehl. Der Versuch bestätigte dies, indem die tägliche Lebendgewichtszunahme bei Gerstenfütterung pro Stück 0,690, bei Melassefütterung 0,691 kg betrug. Darnach würden 103 kg Zucker bei der Schweinemast dasselbe leisten wie 100 kg verdauliches Stärkemehl. — Auch W. Schneidewind[2]) fand bei weiteren Versuchen,

[1]) Arbeiten der Deutschen Landw.-Gesellsch. Heft 128, 1907, S. 37.
[2]) Landw. Jahrbücher 36. Bd., 1907, S. 686.

daß der Zucker gegenüber dem Stärkemehl minderwertig ist. Von 6 Abteilungen, jede zu 5 Schweinen, von denen das Stück nahezu 100 kg wog und die in der letzten Mastperiode standen, erhielten 2 Abteilungen 55 Tage lang zu einem Normalfutter eine Zulage von Zucker, 2 andere Stärke und zwar so, daß immer je eine Abteilung 3, die andere 6 kg der Zulage täglich auf 1000 kg Lebendgewicht verzehrte. Zwei Abteilungen blieben ohne Zulage. Der Zuwachs während des ganzen Versuchs betrug nun pro Tag und Stück:

Abt. I	Normalfutter ohne Zulage	. . . . . .	0,54 kg
„ II	„ „ „	. . . . . .	0,56 „
		im Durchschnitt	0,55 kg
„ III	„ + 3 kg Zucker	. . . . .	0,63 „
„ IV	„ + 3 „ Stärke	. . . . .	0,68 „
„ V	„ + 6 „ Zucker	. . . . .	0,67 „
„ VI	„ + 6 „ Stärke	. . . . .	0,70 „

Alles in allem genommen, bestätigen auch diese unter den Verhältnissen der landw. Praxis durchgeführten Mästungsversuche die Ergebnisse G. Fingerlings, daß der Zucker als Futter für Mastschweine eine geringere Wirkung auf den Lebendgewichtszuwachs äußert, wie die verdaulichen stickstofffreien Extraktstoffe vollwertiger Futtermittel. Zwar wird von manchen behauptet, der Zucker sei ein vortreffliches Mittel, die Freßlust der Tiere anzuregen und gestatte es, die Mast außerordentlich intensiv zu gestalten; von anderer gewichtiger Seite wird aber erklärt, die Leistungsfähigkeit der Tiere ließe sich mit den gewöhnlichen Futterstoffen ebensogut und zur Zeit billiger bis an die äußerste Grenze treiben, wie mit dem Zucker.

Die höchste Intensität der Mast läßt sich nur dann erreichen, wenn den Tieren hochverdauliche Futtermischungen gereicht werden. Je höher die Verdaulichkeit des Gesamtfutters liegt, um so größere Mengen wirksamer Nährstoffe lassen sich dem Tiere beibringen und um so besser schreitet dann der Zuwachs an Körpersubstanz vor. Daher wirken schlecht verdauliche Futtermittel wie getrocknete Biertreber, getrocknete Schlempe, älteres Grünfutter, spelzen- und schalenreiche Abfälle der Körnerarten usw. nicht bloß deshalb schlechter, weil diese weniger fleisch- und fettbildendes Material einführen, sondern auch um deswillen, weil ihr unverdaulicher Teil in dem verhältnismäßig wenig geräumigen Verdauungsapparat zu viel Platz einnimmt und der Aufnahme größerer Massen verdaulicher Substanz im Wege steht. Umgekehrt sind geschrotene Getreide- und Leguminosenkörner, Mais, Buchweizen, Futtermehle, Kartoffeln einschließlich der Trockenkartoffeln (S. 345), Fleisch- und Fischmehl, Molkereiabfälle zu den wirksamsten Mastfuttermitteln zu rechnen, weniger dagegen die Trockenschnitzel und Kleien, die zwar ebenso hoch, wie vom Rinde, verdaut werden, aber nicht in dem Maße zum Ansatz beitragen, wie gleiche Mengen vollwertiger Nährstoffe.

Eine größere Reihe von Mast- und Schlachtversuchen, bei denen die Qualität der Schlachtprodukte und der daraus hergestellten Dauerwaren einer sachverständigen Beurteilung unterworfen wurden, sind auf Veranlassung der

Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft in mehreren Wirtschaften ausgeführt worden.[1]) Im allgemeinen sind hiernach die Schweine, welche teils mit Molkereiabfällen, teils mit Mais gemästet sind, nach der Schlachtung, also in frischem Zustande recht ungünstig, die vorwiegend mit Gerste gefütterten Schweine dagegen sehr günstig beurteilt worden. Ganz ähnlich gestaltet sich auch das Urteil über die Qualität der aus diesen Tieren hergestellten Dauerwurst und des Speckes, während sich bei der Prüfung der Schinken gerade das umgekehrte herausstellte. Im ganzen haben diese Begutachtungen gezeigt, daß die Dauerwurst, welche aus den mit Mais und Molkereiabfällen gemästeten Schweinen hergestellt werden kann, in bezug auf äußere Beschaffenheit, Farbe, Festigkeit, Geschmack und Haltbarkeit sich als recht geringwertig gegenüber den Fabrikaten erwiesen hat, welche nach vorwiegender Gerstenfütterung erhalten werden. Doch braucht man deshalb den Mais nicht vollständig aus der Reihe der Mastfutterstoffe für das Schwein zu streichen. Die praktische Erfahrung hat gezeigt, daß sich die beregten Übelstände nur wenig oder gar nicht bemerkbar machen, wenn man entweder nur $^1/_3$ der Kraftfuttergabe in der Form von Mais reicht oder noch besser in den letzten 7—8 Wochen der Mast diese Körnerart durch eine andere, am besten Gerste, ersetzt.

Ähnlich wie der Mais wirken noch eine ganze Anzahl Futtermittel nachteilig auf die Qualität des Fleisches und der Dauerfabrikate ein, obwohl sie im Hinblick auf den Körpergewichtszuwachs durchaus befriedigen. Zu diesen gehören die meisten Ölfrüchte und fettreichen Ölkuchenmehle (S. 151 u. 464), die fettreichen Maisabfälle, das Reisfuttermehl, ölreiches Fischfuttermehl, Schlempe, Treber. Verabreicht man diese Futtermittel jedoch nur in mäßigen Mengen, höchstenfalls bis zu $^1/_3$ des gesamten Kraftfutters, oder ersetzt man sie im letzten Drittel der Mastzeit durch andere Futterstoffe, so läßt sich ihr Einfluß sehr weit einschränken bezw. ganz verwischen. Letzteres gilt auch von den sehr wasserreichen Rübenarten, den frischen Rübenschnitzeln, Rückständen der Gärungsgewerbe und Stärkefabrikation, den Molkereiabfällen und den übermäßig verdünnten Suppen, die alle in den letzten 4—5 Wochen der Mast oder schon früher in größeren Gaben nicht zum Verzehr gebracht werden sollten, damit einem vorher in den Geweben angesammelten, etwa zu großen Wasservorrate Zeit zum Abfluß gegeben wird. Als Beigabe zu solchen Futtermitteln, nach deren Verfütterung der Speck eine weiche, ölige Beschaffenheit annimmt, empfehlen sich das Palmkern- und Kokosnußkuchenmehl, welche die üble Wirkung jener Futtermittel auf den Speck ausgleichen; bei Maisfütterung hat sich z. B. eine Mischung von 80 Teilen Mais auf 20 Teilen Palmkernmehl sehr gut bewährt. Die Verfütterung von Baumwollsaatmehl hat bei Schweinen vielfach tödliche Erkrankungen der Tiere veranlaßt und erheischt daher ganz besondere Vorsicht. Rohe geschrotene Lupinen wirken giftig und führen Krämpfe und den Tod herbei; nach der Entbitterung, die hier besonders überwacht werden muß, stellen sie ein gutes Mastfutter dar. Fleischfuttermehl, das sich als gutes Zufutter zu eiweißarmen Futterstoffen erwiesen hat und be-

[1]) Boysen, Arbeiten der D. Landw.-Gesellsch. 39. Heft, 1899.

sonders geeignet ist, die Tiere zur Aufnahme großer Massen gedämpfter oder gekochter Kartoffeln zu bewegen, erzeugt in größeren Gaben leicht Diarrhöe und sollte bei jüngeren Tieren nur in Mengen von 50—100 g unter allmählicher Steigerung bis auf 250 g verwendet werden. Dagegen hat sich bei vielen Versuchen die getrocknete Bierhefe als ein vorzügliches, auch in größeren Gaben bekömmliches eiweißreiches Kraftfuttermittel bewährt, das zudem von Schweinen sehr gern aufgenommen und vertragen wird. Bezüglich anderweiter Angaben muß auf die bereits vorangegangene Beschreibung (S. 299—427) der Futtermittel verwiesen werden.

Mit der Zubereitung der Futterstoffe geht man bei der Schweinefütterung vielfach zu weit. Es ist keineswegs richtig, alles was diese Tiergattung bekommt, in eine dünne Suppe zu verwandeln, vielmehr genügt es, das Kochen und Dämpfen auf die Kartoffeln, auf besonders harte Körnerarten, Spreu, sowie auf solche Futtermittel zu beschränken, welche im Verdachte stehen, schädliche Pilzkeime zu enthalten; auch ist diese Zubereitungsweise bei nicht ganz frischen Abfällen der Gärungsgewerbe, Stärkefabrikation, bei der Milch und bei allen Molkereiabfällen zu empfehlen. Körnerarten reicht man am besten nur grob geschroten oder gequetscht, Futtermehle mischt man mit den gröberen Teilen der Ration. Werden Suppen verabreicht, so vermeide man eine weitgehende Verdünnung und verfüttere das gekochte oder gebrühte Futter in Form eines möglichst dicken, etwas unter Körpertemperatur abgekühlten Breies, wobei auf gründliche Reinhaltung der Tröge und Futtergefäße zu achten ist. Die Tagesration wird bei jungen Tieren am zweckmäßigsten auf drei Mahlzeiten, die pünktlichst eingehalten werden müssen, verteilt. Der Maststall sei mäßig warm, trocken, reinlich und gut ventiliert; ein Übermaß von Wärme verringert die Freßlust und kann ebenso gefährlich werden, wie ein kalter Stall.

Siebentes Kapitel.

Die Fütterung des Milchviehes.

1. Die Entstehung der Milch.

Der Säftestrom, welcher zur Zeit der Trächtigkeit der Leibesfrucht des weiblichen Säugetieres zugeführt wird, nimmt kurze Zeit vor der Geburt, in verstärktem Maße nach derselben, seinen Weg in anderer Richtung und bietet sich dem neugeborenen Tiere in Form von Milch als erste Nahrung dar. Die Erzeugung von Milch ist also in der Regel an den Zustand und weiteren Verlauf der Trächtigkeit geknüpft, doch kommen auch Ausnahmen vor, indem die Absonderung der Flüssigkeit, welche die charakteristischen Bestandteile der Milch enthält, zuweilen bei männlichen, auch bei jungfräulichen weiblichen Tieren, sogar bei Neugeborenen beiderlei Geschlechts, beobachtet wird. Milch kann nämlich überall da erzeugt werden, wo die in den Brüsten oder im Euter stets

angelegte Milchdrüse einen bestimmten Grad der Ausbildung erreicht. Ist diese Drüse bei männlichen oder jungfräulichen weiblichen Individuen entwicklungsfähig, wird ihre Ausbildung durch besondere Beanlagung ermöglicht und durch äußere Reize, wie Saugen oder Melken, gefördert, so kann es auch hier zu einer Absonderung von etwas Milch kommen. Beim befruchteten weiblichen Säugetier bedarf es freilich um die Zeit der Geburt gewöhnlich keines besonderen Anreizes von außen, um die Ausbildung der Drüsen soweit anzuregen, daß Milch erzeugt wird, obwohl auch hier mechanische Reize unzweifelhaft förderlich sind.

Beim Rinde, dessen Verhältnisse allein wir hier zu behandeln haben, besteht die von Fettgewebe und den Hautschichten des Euters überdeckte Milchdrüse aus zwei Hälften, welche durch eine in der Längsrichtung des Tieres verlaufende, senkrecht auf der Bauchwand aufsitzende, starkfaserige Hautplatte voneinander getrennt sind. Jede dieser Hälften besitzt eine traubige Gestalt und besteht aus einer großen Anzahl größerer oder kleinerer, von Bindegewebe umschlossener Lappen und Läppchen, die von baumartig verzweigten Kanälchen durchzogen sind. Letztere vereinigen sich zu immer weiteren Kanälchen, die schließlich in einem gemeinsamen breiteren Ausführungsgange in die über den Zitzen liegenden größeren Hohlräume, die Milchzisternen, münden. Verfolgt man die erwähnten Kanälchen bis in ihre feinsten Verzweigungen, so findet man, daß sie in kleinen Ausbuchtungen, Drüsenbläschen oder Alveolen, enden, aus denen sich die kleinsten Läppchen zusammensetzen. Diese Bläschen sind in ihrem Innern mit einer einfachen Schicht von Epithelzellen ausgekleidet, unter oder neben denen sich eine Lage kleinerer rundlicher Zellen, die Keimzellen oder Vermehrungsschicht befindet.[1]) Ein dichtes Netz von feinsten Blut- und Lymphgefäßen umzieht ihre äußeren Wände und versorgt die Epithelzellen, aus oder in denen die Milch entsteht, mit dem erforderlichen Material, während zahlreiche, an gleicher Stelle eingebettete Nervenfasern die Tätigkeit der Drüse regulieren. Die Drüsenbläschen stellen also den Teil der Milchdrüsen dar, in welchem die Milchbereitung stattfindet.

Nach älteren Anschauungen sollten die Milchbestandteile bereits im Blute vorgebildet sein und von der Milchdrüse, welcher die Wirkung eines Filters zugeschrieben wurde, etwa in derselben Weise abgesondert werden, wie gewisse im Blute kreisende Stoffwechselprodukte von den Nieren in den Harn befördert werden. Als dann später erkannt wurde, daß gerade die Hauptbestandteile unter den organischen Stoffen der Milch, das Kasein und der Milchzucker, im Blute nicht vorkommen und das Blutfett sowie die Blutasche eine ganz andere Zusammensetzung haben, wie das Milchfett und die Milchasche, mußte diese Ansicht aufgegeben werden. Nach den neueren Untersuchungen unterliegen die aus den Blut- und Lymphgefäßen in die Epithelzellen der Drüsenbläschen eintretenden Stoffe einer chemischen Umwandlung, an welcher jene Zellen selbst aktiv

---

[1]) W. Winkler, Zeitschr. f. d. landw. Versuchswesen in Österreich 11. Jahrg., 1908, S. 562.

mitwirken.[1]) Die hier entstehende Milchflüssigkeit wird von Zeit zu Zeit meist in Tropfenform ausgestoßen, wobei auch Zellkerne mitgerissen werden, die bei dem Durchgang durch die feinsten Kanälchen der Drüse zum Teil aufgelöst werden. Nach und nach werden die Epithelzellen durch diese Tätigkeit erschöpft, lösen sich los und werden ebenfalls zum großen Teile in den Drüsenkanälchen verflüssigt. Die so verbrauchten Zellen werden durch neue Zellen aus der Keimschicht ersetzt.[2]) Diese Vorgänge spielen sich in mehreren Phasen ab. Auf ein Stadium der Ruhe, in welchem sich die Epithelzellen der Bläschen strotzend füllen, folgt eine Periode, in welcher die Absonderung der Milch in die Bläschenhohlräume vor sich geht, und darauf wieder eine Periode der Ruhe und Erholung. Diese Vorgänge vollziehen sich in den einzelnen Drüsenläppchen zu verschiedenen Zeiten, so daß zu jeder Zeit vollständig ruhende, in voller Tätigkeit befindliche und im Übergang zwischen Ruhe und Absonderung begriffene Teile vorhanden sind und ein gleichmäßig abfließender Milchstrom gesichert ist.

Es steht darnach fest, daß das Bildungsmaterial für die Milch zunächst in diese Drüse eintreten und gewissermaßen Bestandteil der Zellen dieses Organs werden muß, daß hiernach die eintretenden Stoffe nicht glatt in die Bläschenhohlräume und Drüsenkanälchen übergeleitet, sondern zum großen Teile in Substanzen umgewandelt werden, welche, wie das Kasein, der Milchzucker und die leicht flüchtigen Glyzeride des Milchfettes, in anderen Geweben des Körpers überhaupt nicht vorkommen. Die Milch ist also das Produkt der Milchdrüse; von der Ausbildung und Leistungsfähigkeit dieses Organes hängt es ab, bis zu welchem Grade die Menge und Zusammensetzung der Milch durch andere Faktoren, insbesondere durch die Nahrung beeinflußt werden können. Die Drüse selbst, welche die ihr zufließenden Stoffe verarbeitet und sich aus ihnen erneuert, läßt sich auf ihrer Leistungsfähigkeit nur dann dauernd erhalten und weiter ausbilden, wenn das Tier mit ausreichender, zweckmäßig zusammengesetzter Nahrung versehen wird.

2. Die Beschaffenheit der Tiere in ihrem Einfluß auf die Milchabsonderung.

Da sich die Entwicklung der Milchdrüse eines Tieres durch äußere Bedingungen und durch die Nahrung im ganzen nicht mehr beeinflussen läßt, wie die Entwicklung irgend eines anderen Organes, sondern im allgemeinen eine Sache der natürlichen Veranlagung, also etwas ziemlich Feststehendes ist, so spielen

---

[1]) A. Rauber, Über den Ursprung der Milch, Leipzig 1879; R. Heidenhain, Milchabsonderung, in L. Hermanns Handbuch der Physiologie 1880 5. Bd., I. Teil, S. 380; Bizzozero und Vassale, Virchows Archiv 110. Bd., 1887, S. 155; L. Michaelis, Archiv für mikr. Anat. 1898, S. 711; Sticker, ebenda 1899, S. 1; D. Ottolenghi, ebenda 1901; K. Basch, Archiv für Gynäkologie 1893, und Ergebnisse der Physiol. 2. Jahrg. 1903, S. 340.

[2]) W. Winkler a. a. O.

bei der Milchproduktion zunächst die durch Vererbung gewonnenen Eigenschaften, wie die Rasse und die Individualität, eine hervorragende Rolle. Hierzu treten noch andere, mit der Beschaffenheit der Drüse ebenfalls eng verbundene Zustände des Tieres, wie die Zeit, welche seit dem Kalben verstrichen ist, das Alter und die Entwicklung des Tieres bei der Aufzucht. Obwohl diese Verhältnisse nicht in das eigentliche Gebiet der Ernährungslehre fallen, so greifen sie doch in die Beziehungen zwischen Fütterung und Milchleistung so stark ein, daß ihre Betrachtung an dieser Stelle nicht unterlassen werden darf.

1. Die Rasse und Individualität. — Während die zur Milchnutzung nicht herangezogenen Naturrassen im allgemeinen nur eine geringe, nach einzelnen Angaben jährlich 400—500 l nicht übersteigende Menge Milch absondern, welche allerdings einen sehr hohen Gehalt an festen Stoffen aufweist, und während bei diesen Rassen die Milchabsonderung zumeist nur wenige Monate anhält, ist die Milchergiebigkeit der gezüchteten Rassen und Schläge allmählich auf eine außerordentliche Höhe gebracht worden. Kühe der Niederungsrassen, welche bei geeigneter Haltung jährlich über 5000 l einer Milch liefern, die über 3% Fett enthält, gehören gegenwärtig, wie allbekannt, nicht mehr zu den Seltenheiten. Bestimmte Angaben über die Milchleistung der einzelnen Rassen lassen sich freilich nicht machen, weil neben der Rasse auch die Art der Aufzucht, die Pflege und Haltung, Häufigkeit des Melkens, namentlich aber die Individualität der Tiere einen bedeutenden Einfluß auf den Milchertrag ausüben.[1]) Im allgemeinen aber läßt sich sagen, daß die Mehrzahl der Niederungsrassen, die Holländer, Oldenburger, Ostfriesen, Angler usw. mehr, aber eine fett- und trockensubstanzärmere Milch liefern, wie die meisten Höhenrassen und andere Schläge (Simmentaler, Pinzgauer, Shorthorn, Jersey, Guernsey, Alderney usw.). Welche Unterschiede in der Zusammensetzung der Milch verschiedener Rassen auftreten, ergibt sich aus einer nahezu 500 Analysen umfassenden Zusammenstellung J. Königs[2]), welche wir hier wiedergeben.

	Wasser	Eiweißstoffe	Fett	Milchzucker	Asche
a) Niederungsvieh:	%	%	%	%	%
Angler und Jütländer . .	88,15	—	3,14	—	—
Breitenburger, Holsteiner .	88,08	3,40	3,17	4,58	0,77
Holländer, Oldenburger .	88,00	3,02	3,18	5,19	0,61
Ostfriesen	87,99	3,10	3,36	4,83	0,76
Mittel- und Norddeutsches	87,71	3,12	4,51	4,89	0,77
Normänner	86,42	3,83	4,17	4,87	0,71
Auvergner	87,07	5,01	3,43	3,67	0,82
Durham und Shorthorn .	87,06	3,26	3,59	5,40	0,70
Ayrshire	86,96	3,41	3,57	5,42	0,64
Mittel	87,49	3,47	3,46	4,86	0,72

[1]) Siehe hierzu A. Lydtin und H. Werner, Das deutsche Rind, Berlin 1899.
[2]) Die menschl. Nahrungs- und Genußmittel 2. Bd., Berlin 1904, S. 607.

b) Höhenvieh:	Wasser %	Eiweißstoffe %	Fett %	Milchzucker %	Asche %
Jersey, Alderney	85,76	3,42	4,43	5,65	0,74
Guernsey	85,39	3,96	5,11	4,42	1,12
Allgäuer	87,48	3,26	3,61	4,98	0,67
Mürztaler	87,04	3,24	4,16	4,83	0,73
Zillertaler	87,45	3,07	3,71	5,09	0,70
Vorarlberg	87,38	2,91	3,54	5,40	0,77
Simmentaler	87,33	3,15	3,83	4,98	0,71
Voigtländer, Miesbacher .	86,79	3,40	4,16	4,97	0,68
Mittel	86,83	3,30	4,07	5,04	0,76

Um Mißverständnissen vorzubeugen, sei gleich bemerkt, daß die Zahlen dieser Tabelle nicht etwa aus vergleichenden Untersuchungen genommen worden sind, sondern nichts weiter bedeuten, wie eine Zusammenstellung von Milchanalysen, die zu verschiedenen Zeiten und an verschiedenen Orten unter mannigfachen Verhältnissen des Alters, der Ernährung und Laktation der Tiere ausgeführt worden sind. Demzufolge sollen die Ergebnisse der Zusammenstellung nicht etwa Mittelwerte für die einzelnen Rassen darstellen, sondern nur ein ungefähres Bild von den Unterschieden geben, welche in der Zusammensetzung der Milch verschiedener Rassen zufällig bis jetzt beobachtet worden sind. Daß einzelne unter den genannten Niederungsrassen Milch von verhältnismäßig hohem, einzelne Höhenrassen umgekehrt Milch von niedrigem Fettgehalt geliefert haben, mag eben zum Teil den erwähnten abweichenden Verhältnissen zuzuschreiben sein. Im ganzen läßt sich aber erkennen, daß die Höhenrassen eine gehaltreichere Milch erzeugen, wie die Niederungsrassen. Der Aufstellung von Durchschnittswerten für die einzelnen Rassen und Schläge stehen ungemein große Schwierigkeiten im Wege, die in absehbarer Zeit kaum zu überwinden sein werden. In jeder Herde noch so gleichmäßigen Ursprungs finden sich eben Tiere, bei denen die Eigentümlichkeiten der betreffenden Zucht in mannigfachen Stufen ausgeprägt sind und zwar in der Milchergiebigkeit mehr als in den anderen erblichen Eigenschaften. Welche Unterschiede hier vorkommen, zeigt u. a. eine von W. Fleischmann[1]) begonnene und von K. Hittcher[2]) bis zum Schlusse der Laktationsdauer fortgesetzte Untersuchung an 18 Kühen, sämtlich Herdbuchtieren der in Ostpreußen gezüchteten Holländer Rasse. Die Tiere waren dabei täglich zweimal gemolken, die Einzelgemelke gesondert untersucht und hieraus die Zusammensetzung der Tagesmilch berechnet worden. Im Durchschnitt der ganzen Laktationsperiode wurden bei 16 Kühen[3]) folgende Ergebnisse erzielt:

---

[1]) Landw. Jahrbücher 20. Bd., 1891, II. Ergänzungsband S. 22.

[2]) Ebenda 23. Bd., 1894, S. 874.

[3]) Zwei Tiere (Nr. 3 und 17) mußten während der Beobachtungszeit beseitigt werden.

Nr. der Kuh	Lebendgewicht kg	Laktations- bezw. Beobachtungsdauer Tage	Gesamter Milchertrag kg	Gesamte Fettmenge kg	Gehalt der Milch an Trockensubstanz %	Gehalt der Milch an Fett %	Fett in der Trockensubstanz %
1	497	337	3382	119,0	11,76	3,52	29,9
2	528	307	2796	74,4	10,56	2,67	25,3
4	602	296	3587	103,6	10,90	2,89	26,5
5	588	390	4702	149,3	11,30	3,18	28,1
6	558	310	3013	79,2	10,84	2,63	24,2
7	533	300	3773	109,1	11,37	2,88	25,4
8	508	320	4086	131,8	11,53	3,23	28,0
9	527	275	2862	96,1	12,27	3,36	27,4
10	567	295	3305	109,9	11,55	3,33	28,0
11	560	286	3564	132,2	12,41	3,71	29,9
12	567	350	3230	123,1	12,86	3,81	29,6
13	556	285	3077	102,0	12,07	3,32	27,5
14	510	301	3485	111,1	11,89	3,19	26,8
15	567	359	4152	133,9	11,89	3,23	27,1
16	478	297	3593	109,5	11,65	3,05	26,2
18	472	270	2330	75,0	11,69	3,22	27,5

Es stehen sich hier als Maximal- und Minimalzahlen gegenüber:

Gesamter Milchertrag	2330—4702 kg
„ Fettertrag	74,4—14,93 „
Trockensubstanzgehalt	10,56—12,86 %
Fettgehalt	2,63—3,81 „

Setzt man die niedrigsten Werte = 100, so stellen sich die Maximalwerte

des gesamten Milchertrages auf	202
des gesamtes Fettertrages auf	201
des prozentischen Trockensubstanzgehaltes auf . .	122
des prozentischen Fettgehaltes auf	145

Nach weiteren Untersuchungen Hittchers[1]) an Tieren derselben Rasse, die genau gleich gehalten und gefüttert wurden, stellte sich der Buttterertrag, auf 500 kg Lebendgewicht und eine Laktationsdauer von 300 Tagen berechnet, bei der besten Kuh auf 195, bei der schlechtesten auf 87 kg. Die individuelle Veranlagung der Tiere zur Milchbildung schwankt hiernach ganz außerordentlich. Diese Tatsache, die auch sonst aus der Praxis heraus vielfach mit Zahlen belegt worden ist,[2]) spielt im Hinblick auf die Rentabilität der Milchviehhaltung und der Züchtung milchergiebiger Tiere die allerwichtigste Rolle; sie zwingt dazu, durch regel-

[1]) Milchzeitung 1895, S. 819.

[2]) Siehe hierzu u. a. B. Martiny, Die Milch, Danzig 1871, S. 222; ferner H. Buer, Die dänischen Kontrollvereine, Berlin 1902 und H. Schetter, desgleichen, Leipzig 1902.

mäßiges Probemelken und fortgesetzte Milchuntersuchungen die Leistungsfähigkeit der einzelnen Kühe zu ermitteln, wenig ergiebige Tiere auszumerzen bezw. von der Zucht auszuschließen und die Fütterung den individuellen Leistungen anzupassen.

Zu den Veränderungen, welche wenigstens teilweise von der Individualität der Kühe abhängen, gehören weiter noch die täglichen Schwankungen in der Menge und Zusammensetzung der Milch. Auch hier sind die Abweichungen bei einzelnen Individuen sehr groß. Zur Illustration dieser Verhältnisse ist so ziemlich jede fortlaufende Untersuchung der Milch einzelner Kühe geeignet, denn nur selten bleibt die Menge und der Gehalt der Tagesmilch eine längere Zeit unverändert auf gleicher Höhe. Greifen wir unter den zahlreichen Beobachtungen W. Fleischmanns[1]) die an der Kuh Nr. 1 erlangten Ergebnisse heraus, so finden wir in der täglich ermolkenen Milch dieses Tieres folgende Schwankungen:

	Milchmenge in kg			Fettgehalt in %		
	niedrigste	höchste	mittlere	niedrigster	höchster	mittlerer
April	10,4	12,1	11,55	2,76	3,46	3,03
Mai	8,7	13,6	11,95	2,62	3,93	3,27
Juni	9,2	11,7	10,45	2,87	3,87	3,41
Juli	7,4	10,5	8,82	3,21	3,85	3,46
August . . .	7,9	10,7	9,66	3,37	3,87	3,59
September . .	7,3	10,6	9,07	3,27	3,97	3,65
Oktober . . .	6,8	9,2	7,67	2,77	4,42	3,43
November . .	5,7	7,7	6,63	3,09	4,23	3,82
Dezember . .	2,7	6,2	5,11	3,85	6,00	4,27
Januar . . .	1,3	3,0	2,23	4,72	8,30	5,78

Mögen an diesem Wechsel im einzelnen auch äußere Verhältnisse (Übergang zur und von der Weidefütterung, Futterveränderungen, Schwankungen der Umgebungstemperatur usw.) mitgewirkt haben, in der Hauptsache sind es jedenfalls individuelle Einflüsse, die sich hier geltend gemacht haben; denn vergleicht man die obigen Zahlen mit denen, welche an den andern Kühen derselben Herde ermittelt worden sind, so zeigt sich, daß die Schwankungen keineswegs bei allen Tieren gleichzeitig, sondern ganz regellos, bald bei der einen, bald bei der anderen Kuh auftraten. Will man daher die Milchleistung zu irgend einer Zeit der Laktationsperiode feststellen, so genügen vereinzelte oder wenige Tage hindurch fortgesetzte Untersuchungen hierzu nicht.

Auch die Wirkungen, welche durch irgendwelche äußere Verhältnisse, durch Arbeitsleistung der Kühe oder durch Futterveränderungen auf die Milchproduktion ausgeübt werden, stehen unter dem Einflusse der Eigenart der Tiere, wie aus fast sämtlichen Versuchen hervorgeht, zu denen eine größere Anzahl Kühe verwendet worden ist. Um dies an einem Beispiele zu zeigen, führen wir hier eine

---

[1]) A. a. O. S. 34—51.

Versuchsreihe[1]) an, die mit 15 Kühen zu dem Zwecke unternommen worden ist, die Wirkung des Ersatzes einer bestimmten Menge Kohlenhydrat durch eine gleichwertige Menge Nahrungsfett bei einer sonst gleichbleibenden Ration festzustellen. Die Versuchstiere waren sämtlich gleich gefüttert worden. Von den dabei erlangten Ergebnissen führen wir hier die Menge von Milch und Milchfett an, die während der Zeit der Fettfütterung hätte erhalten werden müssen, wenn der Ersatz der Kohlenhydrate durch Fett ohne Einfluß geblieben wäre; daneben stellen wir die bei Fettfütterung tatsächlich beobachteten Abweichungen, in denen die Wirkung des Fettes zum Ausdruck kommt.

Kuh Nr.	Für Kohlenhydrat-Fütterung berechnet		Bei Fettfütterung mehr (+) oder weniger (—)	
	Milch kg	Milchfett g	Milch kg	Milchfett g
1 . . .	12,51	458	+0,83	+23
2 . . .	13,42	429	+0,20	—40
3 . . .	10,83	351	+0,15	— 6
4 . . .	8,13	317	+1,85	+29
5 . . .	6,72	248	—0,55	—67
6 . . .	7,26	265	—0,05	— 4
7 . . .	5,74	198	+0,01	—21
8 . . .	8,36	267	+0,96	+ 7
9 . . .	8,46	272	—2,24	—66
10 . . .	14,64	527	+0,71	— 6
11 . . .	10,05	308	—1,12	—57
12 . . .	4,62	153	+0,86	+34
13 . . .	6,79	237	+1,50	+53
14 . . .	10,33	386	—0,43	—92
Durchschnitt	9,13	315	+0,19	—15

Unter den 14 hier vorgeführten Fällen finden wir 3, in denen die Milchmenge ziemlich unverändert geblieben ist, 7 Fälle, in denen eine Zunahme und 4, in denen eine Abnahme stattgefunden hat. Für den Fettertrag ergibt sich bei 5 Kühen eine Steigerung, bei den übrigen 9 eine Verminderung. Die Erhöhung oder Erniedrigung der Milchmenge läuft ferner, wie den Zahlen zu entnehmen ist, keinesfalls parallel mit den Veränderungen der Fettmenge, vielmehr treten uns auch hier alle nur erdenklichen Möglichkeiten entgegen. Sollen daher Versuche mit Milchvieh zu praktisch brauchbaren Ergebnissen führen, so ist es unerläßlich, durch Aufstellung einer großen Zahl von Tieren und durch mehrfache Wiederholung der Beobachtungen den Einfluß der individuellen Veranlagung der Tiere auszuschalten.

[1]) Bericht des Deutschen Landwirtschaftsrates betr. Untersuchungen über die Wirkung des Nahrungsfettes auf die Milchproduktion. Berlin 1907, S. 26. Der Versuch ist nach dem Periodensystem (s. w. u.) in Lauchstädt von W. Schneidewind ausgeführt worden.

2. Die Laktationsperiode. — Die Milchabsonderung, welche um die Zeit des Kalbens einsetzt, bleibt nicht ununterbrochen auf der gleichen Höhe, sondern nimmt mit der zeitlichen Entfernung vom Kalben ab und hört schließlich ganz auf. Die Dauer dieser Periode der Laktation ist sehr verschieden; sie richtet sich bei den Kulturrassen in der Regel nach dem Wiedereintritt der Trächtigkeit, der zumeist so reguliert wird, daß die Kühe im Jahre ca. 300 Tage milchend sind und die übrige Zeit trocken stehen. Viel länger dauert in der Regel die Laktation bei Tieren, die nicht empfangen haben oder kastriert worden sind. — Was nun die Veränderungen anbetrifft, welche hinsichtlich der Menge und Zusammensetzung in einer Laktationsperiode wahrzunehmen sind, so haben wir schon (S. 405) erwähnt, daß in den ersten Tagen nach dem Kalben eine Milch von eigentümlicher Beschaffenheit, die Kolostral- oder Biestmilch abgesondert wird, welche erst später der Milch von gewöhnlicher Zusammensetzung Platz macht. Wie sich die Verhältnisse der Milchabsonderung nach der Kolostralperiode gestalten, dürfte am besten durch ein Beispiel angedeutet werden, welches den Untersuchungen W. Fleischmanns[1]) entnommen ist. Die betreffende Kuh (Nr. 13) war am 8. April milchend geworden und wurde vom 11. desselben Monats an gemolken. Die Laktationsperiode dauerte bis zum 18. Januar (285 Tage). Vom 18. Mai bis 30. September war die Kuh in der Herde auf der Weide. Gemolken wurde täglich zweimal, an den ersten 5 Tagen, sowie vom 19. Dezember an nur einmal und vom 13. Januar an nur jeden zweiten Tag. Die Menge und Zusammensetzung der Milch stellte sich in den einzelnen Monaten auf folgende Durchschnittswerte:

	Tagesmilch	Zusammensetzung		Fett in der Trockensubstanz
		Trockensubstanz	Fett	
	kg	%	%	%
April	14,37	12,67	3,45	27,2
Mai	15,91	11,90	3,14	26,4
Juni	16,60	11,84	3,00	25,2
Juli	12,76	11,76	3,20	27,2
August	12,92	11,89	3,25	27,3
September . . .	10,49	12,36	3,56	28,8
Oktober	8,47	12,02	3,36	28,0
November . . .	6,72	12,21	3,52	28,8
Dezember . . .	5,62	12,51	3,83	30,6
Januar	2,76	13,26	4,79	26,1

Man erkennt hieraus, wie der Milchertrag sich in der ersten Zeit nach dem Kalben, wahrscheinlich mit unter dem Einflusse der reichlichen Ernährung

[1]) A. a. O. S. 348; siehe hierzu auch G. Kühn, Journal für Landw. 23. Jahrg., 1875, S. 522; F. Stohmann, Biolog. Studien, Braunschweig 1873; S. 76 und 97; M. Kühn, Milchzeitung 1889, S. 922; W. v. Knieriem, ebenda 1896, S. 186; H. Werner, ebenda 1888, S. 807; V. v. Roberti, Mitteilungen des landw. Inst. der Universität Breslau 2. Bd., 1902, S. 163.

auf der Weide, allmählich etwas gehoben hat, sodann einen ziemlich plötzlichen Abfall zeigte, um eine längere Zeit auf annähernd gleicher Höhe zu bleiben und darauf wiederum abzusinken. Die sprungweisen Veränderungen der Milchmenge, welche hier hervortreten, sind durchaus charakteristisch für den Gang der Laktation und werden sehr oft beobachtet. Die Eigenart der einzelnen Individuen schafft eben auch hier zuweilen sehr wechselnde Bilder, deren Umrisse sich niemals von vornherein bestimmen lassen. Manche Kühe bleiben nach der Geburt des Kalbes nur eine kurze, andere eine lange Zeit auf gleich hohem Ertrage, der dann mehr oder weniger rasch abnimmt; bei manchen erhält sich wieder die Milchmenge monatelang auf mittlerer Höhe, nachdem sie anfänglich bald rasch abgefallen war, und vermindert sich erst wieder kurze Zeit vor dem Trockenstehen, kurz, es treten hier die mannigfachsten Erscheinungen auf. Nicht anders steht es mit dem Trockensubstanz- und Fettgehalt der Milch. Die Regel ist hier, daß im Verlaufe der Laktationsperiode, wie in obigem und auch in dem S. 539 angeführten Beispiel, der prozentische Gehalt an Trockensubstanz und Fett steigt, die Milch also um so gehaltreicher wird, je weiter sich ihre Menge erniedrigt. Doch finden sich auch hier Ausnahmen. K. Hittcher[1]) beobachtete z. B., daß unter 16 Kühen der auch von Fleischmann benützten Herde nur 10 eine Milch lieferten, die im Laufe der Laktationsperiode allmählich reicher an Trockensubstanz und Fett wurde, während bei den übrigen 6 sich eine deutliche Verminderung im Gehalte bemerkbar machte. Was die übrigen Bestandteile der Milch anbetrifft, so liegen über die Beziehungen ihrer Mengenverhältnisse zur Laktationsdauer nur wenige Untersuchungen vor. Für die Eiweißstoffe fand G. Kühn[2]) in 9 von 13 Fällen eine Verminderung, und in einem Falle war ein Unterschied überhaupt nicht nachweisbar. G. Simon[3]) und A. Trunz[4]), welche zusammen die Milch nur zweier Kühe untersuchten, beobachteten, daß der Gehalt an Stickstoffsubstanz nach der Absonderung der Kolostralmilch zunächst 7—9 Monate hindurch auf annähernd gleicher Höhe blieb und erst in den letzten Monaten vor dem Abschluß der Laktation anstieg. Bei diesen Untersuchungen schien ferner eine wesentliche Verschiebung des Verhältnisses zwischen Albumin und Kasein zu keiner Zeit aufgetreten zu sein. Der Gehalt der Milch an Salzen und die Zusammensetzung der Milchasche scheinen während der Laktationsperiode ebenfalls keine regelmäßigen Veränderungen zu erleiden.[5])

Die geschlechtliche Erregung (Brunst, Rindern), welche während der Laktationsperiode eintritt, übt zuweilen auf die Menge und Beschaffenheit der Milch keinen wahrnehmbaren Einfluß aus, zuweilen geht sowohl die Menge, wie

---

[1]) Landw. Jahrbücher 32. Bd., 1894, S. 965.

[2]) Journal für Landw. 23. Jahrg., 1875, S. 522.

[3]) Zeitschr. f. physiol. Chemie, 33. Bd., 1901, S. 516.

[4]) Ebenda 39. Bd., 1903, S. 390.

[5]) Cl. Schulte-Bäuminghaus, Mitteil. der landw. Institute der Universität Breslau 2. Bd., 1902, S. 25.

auch der Fettgehalt, letzterer bis unter 1 % zurück,[1]) und die Milch nimmt auffällige Eigenschaften an, indem sie beim Kochen gerinnt und sich mit Lab nicht dick legen läßt.[2]) In anderen Fällen steigt bei verminderter oder gleichbleibender Milchmenge der Trockensubstanz- und Fettgehalt bedeutend an.[3]) Einflüsse individueller Art machen sich auch hier nach allen Richtungen hin geltend.

3. Das Alter der Tiere. — Wie die produktiven Leistungen eines jeden höher entwickelten Tieres in den ersten Lebensperioden allmählich ansteigen, sich dann eine Zeitlang auf dem Höhepunkte erhalten, um später wieder abzunehmen, so verhält es sich auch mit der Milchleistung des Rindes. Nach den Aufzeichnungen, welche sich auf Kühe verschiedenen Alters beziehen, pflegt die Milchmenge etwa bis zum 5. oder 6. Kalben zuzunehmen, der mittlere Fettgehalt aber bis dahin und auch noch einige Jahre länger gleichzubleiben; doch geht das Verhalten der einzelnen Kühe auch hier sehr auseinander.[4]) Wie sich der Gang der Laktation etwa im allgemeinen Durchschnitt gestaltet, darüber geben die nachstehenden Aufzeichnungen,[5]) welche an der milchwirtschaftlichen Untersuchungsanstalt zu Memmingen für Allgäuer Kühe gemacht sind, Auskunft:

Zahl der Kälber	Zahl der Kühe	Laktationsdauer Tage	Jährlicher Milchertrag kg	Gehalt der Milch an Trockensubstanz %	Gehalt der Milch an Fett %
1895/96					
1	14	312	2745	12,79	3,59
2	14	308	3009	12,72	3,59
3	24	285	2919	12,60	3,54
4	15	289	3227	12,72	3,59
5	13	292	3658	12,54	3,54
darüber	20	302	3332	12,59	3,51
Durchschnitt	—	297	3132	12,65	3,56
1894/96					
1	34	308	2753	12,84	3,59
2	36	293	3077	12,65	3,56
3	42	287	3165	12,69	3,58
4	30	284	3320	12,72	3,59
5	27	300	3579	12,60	3,54
darüber	36	296	3263	12,60	3,59
Durchschnitt	—	293	3176	12,68	3,57

[1]) W. Fleischmann, Landw. Jahrbücher 20. Bd., 1891, II. Ergänzungsband, S. 192; K. Hittcher, ebenda 23. Bd., 1894, S. 921; G. Kühn, Landw. Versuchsstationen 12. Bd., 1869, S. 225.

[2]) v. Klenze, Handbuch der Käserei-Technik 1884, S. 18.

[3]) M. Fleischer, Journal für Landw. 20. Jahrg., 1872, S. 425; G. Schröder, Milchzeitung 1874, S. 1118; O. Kellner, Landw. Jahrbücher 10. Bd., 1881, S. 876; F. Schaffer, Milchzeitung 1885, S. 151.

[4]) B. Martiny, Die Milch, Danzig 1871, S. 244.

[5]) Milchzeitung 1897, S. 618.

Die Wirkung äußerer Einflüsse auf die Milchabsonderung.

1. Die Häufigkeit und Art des Melkens. — Auf welche Weise die Milch aus dem Drüsenbläschen in die Kanälchen der Drüse und in die größeren Hohlräume des Euters auch übertreten mag, am rascheſten und leichteſten wird dies immer geschehen, wenn das Euter leer ist. Sind die Milchzisternen gefüllt, so ist vorauszusehen, daß der Abfluß der abgesonderten Milch aus den feinsten Kanälchen auf Widerstand stößt, sich verlangsamt und schließlich zum Stillstand kommt. Dem Druck, welcher die Milch aus den Drüsenbläschen nach außen befördert, stellt sich somit ein Gegendruck entgegen, der die Milchabsonderung hemmt und in extremem Falle sogar einen Übertritt von Milchbestandteilen in das Blut zur Folge haben kann. Wenn man daher die Füllung des Euters soweit kommen läßt, daß sich die Milch in den Drüsenkanälchen staut, so wird der Milchertrag geringer ausfallen, wie wenn das Euter entleert wird, bevor eine solche Stauung zustande gekommen ist. Einflüsse dieser Art machen sich selbstverständlich am ehesten bei solchen Kühen geltend, welche im Beginn der Laktation stehen und reichliche Mengen Milch absondern.

Die Stauung der Milch scheint jedoch nicht die einzige Ursache dafür zu sein, daß eine häufigere Entleerung des Euters höhere Milcherträge gibt. Verschiedene Umstände sprechen dafür, daß auch das Melken an sich einen Reiz auf die Drüsennerven ausübt und der Milchabsonderung förderlich ist, ja daß vielleicht erst unter dem Einfluß des Melkreizes ein beträchtlicher Teil der jeweils ermolkenen Milch erzeugt wird. Wie nämlich W. Fleischmann[1]) ausgeführt hat, vermögen die vier über den Zitzen liegenden Milchzisternen höchstens 1 l aufzunehmen, während die unzähligen, die Drüsenmasse durchziehenden Kanälchen und Gänge kaum mehr als 2 l fassen können. In sämtlichen Hohlräumen des Euters würden daher im günstigsten Falle 3 l Milch Platz finden. Milchergiebige Kühe liefern in der ersten Zeit der Laktationsperiode in einem Gemelke aber weit mehr als dieses Quantum, weshalb es wahrscheinlich ist, daß nur ein Teil der ausgemolkenen Milch im Euter bereits fertig gebildet vorhanden ist, ein anderer Teil aber erst infolge des Melkreizes abgesondert wird.

Wie dem nun auch sei, Tatsache ist, daß die Zeit, welche zwischen zwei Melkzeiten verfließt, einen beträchtlichen Einfluß auf die Milchabsonderung hat. Nach Beobachtungen von H. Kaull[2]) wurde z. B. an Milch erhalten, wenn gemolken wurde:

	alle 12 Stunden	6 Stunden	4 Stunden	2 Stunden	65 Min.	50 Min.
Milchmenge im ganzen . .	3,81 kg	2,46 kg	2,06 kg	1,11 kg	0,66 kg	0,07 kg
Desgleichen pro Minute . .	5,29 g	6,83 g	8,58 g	9,25 g	10,15 g	1,4 g

[1]) Das Molkereiwesen, Braunschweig 1875, S. 81.

[2]) Bericht aus dem physiol. Lab. des landw. Instituts der Universität Halle 8. Heft, 1891, S. 1.

Bis zu diesem gewissen Punkte, der etwa bei der stündlichen Wiederholung des Ausmelkens lag, nahm der Milchertrag zu, bei noch rascherer Wiederholung aber auffallend rasch und beträchtlich ab. Der steile Abfall berechtigt keinesfalls zu dem Schlusse, nur die Euterfüllung, nicht aber der Wegfall des Melkreizes sei die Ursache der Abnahme der Milch bei weniger häufigem Ausmelken; denn einerseits muß die Leistungsfähigkeit der Drüse natürlich eine Grenze haben, andrerseits kann der sonst wohltätige Nervenreiz der mechanischen Behandlung des Euters, über ein gewisses Maß hinaus häufig ausgeübt, Schmerzempfindungen auslösen, die der Milchabsonderung nicht günstig sind. Im allgemeinen werden die Mehrerträge, die sich durch eine Vermehrung der täglichen Melkzeiten erzielen lassen, bedeutend überschätzt; zwar stellen sich hier in kürzeren Beobachtungszeiten mit einigen wenigen Tieren oft recht beträchtliche Unterschiede heraus, jedoch bleiben dieselben auf die Dauer nicht in gleichem Umfange bestehen. Wie W. Fleischmann[1]) auf Grund ausgedehnter Beobachtungen feststellte, paßt sich im Laufe der Zeit das Fassungsvermögen der Euterhohlräume beim einzelnen Tier der Leistungsfähigkeit der Milchdrüse an; in dem Maße, in dem sich diese Anpassung vollzieht, verringert sich der Einfluß der Euterfüllung auf die Milchabsonderung und verschwindet wahrscheinlich bei einzelnen Tieren vollständig. Nach den Erfahrungen des genannten Forschers wurden bei täglich dreimaligem Melken durchschnittlich nur etwa 6—7 % Milch und Milchfett mehr gewonnen als bei zweimaligem Melken. Wie viele Melkzeiten in einem Betriebe überhaupt eingehalten werden sollen, richtet sich nicht bloß nach dem größeren oder geringeren Mehrertrag an Milch, sondern hängt auch von dem Kostenaufwande ab, der mit der Melkarbeit, dem Milchtransport usw. verbunden ist. Bei frischmilchenden Kühen von hoher Ergiebigkeit und bei guter Verwertung der Milch kann viermaliges Melken gerechtfertigt sein, unter gewöhnlichen Verhältnissen hält man zumeist täglich nur drei, vielfach nur zwei Melkzeiten ein.

Außer auf die Milchmenge übt häufiges Melken auch einen Einfluß auf die Zusammensetzung der Milch aus. Wird das Euter in regelmäßigen, immer gleichbleibenden Zeitabständen, z. B. alle 6 oder alle 8 Stunden entleert, so erhält man unter sonst gleichbleibenden Verhältnissen in jedem Gemelke annähernd dieselbe Menge und eine gleich zusammengesetzte Milch. Wechselt aber die Zeitdauer zwischen den einzelnen Melkzeiten, so wird nach kürzeren Pausen eine Milch von etwas höherem Gehalte an Trockensubstanz und Fett ermolken als nach längeren Pausen. Welche Unterschiede hier auftreten, zeigen u. a. die Beobachtungen von W. Fleischmann[2]) an Holländer Kühen, die in Ostpreußen rein fortgezüchtet werden; in der Zeit vom Oktober bis April 1887/88 wurde täglich dreimal, morgens um 4, mittags um 12½ und abends um 7 Uhr gemolken und folgendes festgestellt:

---

[1]) Die Milchwirtschaft, Leipzig 1901, S. 82.

[2]) Jahresbericht der Versuchsmolkerei Kleinhof-Tapiau 1887/88.

	Milchmenge pro Kuh kg	Trockensubstanz %	Fett %	Fett in der Trockensubstanz %
Morgenmilch	3,88	11,51	2,79	24,24
Mittagsmilch	3,04	11,79	3,05	25,87
Abendmilch	2,33	12,44	3,76	30,23
Tagesmilch	9,25	11,84	3,12	26,33

Die kürzeste Pause ($6^1/_2$ Stunden) lag vor dem Abendgemelke, welches sich auch am gehaltreichsten erwies; umgekehrt war zwischen dem Melken am Abend und Morgen die längste Frist (9 Stunden) verstrichen und in dieser Zeit die an Trockensubstanz und Fett am wenigsten reiche Milch ermolken worden. Abweichungen von diesen Beziehungen kommen zuweilen vor; sehr zahlreiche Untersuchungen von Morgen- und Abendmilch gleicher Kühe[1]) lassen jedoch keinen Zweifel darüber, daß man nach längeren Melkpausen in der Regel eine trockensubstanz- und fettärmere Milch erhält, als nach kürzeren Zwischenzeiten.

Fängt man die Milch eines Gemelkes in verschiedenen Portionen auf, so zeigt sich, daß der Inhalt des Euters nicht gleichmäßig zusammengesetzt ist. Die anfänglich austretende Milch ist in der Regel wasserreicher und fettärmer, als jede der nachfolgenden Portionen, derart, daß der prozentische Gehalt an Trockensubstanz und Fett vom Beginn des Melkens an bis zur Beendigung ziemlich ununterbrochen ansteigt. Diese durch vielfache Beobachtungen[2]) sichergestellte Erscheinung tritt u. a. deutlich hervor in einem Versuche J. B. Boussingaults[3]), bei welchem die Euterfüllung einer Kuh in 6 Portionen aufgefangen wurde; die Untersuchung dieser Milch hatte folgende Zahlen geliefert:

	Nr. der Portionen 1	2	3	4	5	6	Im ganzen Mittel
Gewicht der Portionen	398	628	1295	1390	1565	315	5591
Trockensubstanz in %	10,47	10,75	10,85	11,23	11,63	12,67	11,27
Fett in %	1,70	1,76	2,10	2,54	3,14	4,08	2,55
Fettfreie Trockensubstanz in % . .	8,77	8,99	8,75	8,69	8,49	8,59	8,72

Eine vollkommen befriedigende Erklärung der in diesen Zahlenreihen hervortretenden Erscheinungen ist bis jetzt noch nicht gegeben worden. Anfänglich glaubte man, es handle sich um den einfachen Vorgang der Aufrahmung im Euter, eine Vermutung, die jedoch in Anbetracht des anatomischen Baues der Milchdrüse wenig für sich hat. Wahrscheinlicher ist es, daß bei dem Abfluß der

---

[1]) J. König, Chemie der menschl. Nahrungs- und Genußmittel, 1. Bd., Berlin 1903, S. 203—224.

[2]) B. Martiny, Die Milch, Danzig 1871, 1. Teil, S. 369 und J. König, Chemie der menschlichen Nahrungs- und Genußmittel, Berlin 1903, 1. Teil, S. 233.

[3]) Ann. de Chim. et de Phys., Paris 1866.

Milch aus den Drüsenbläschen es zu einer Stauung der Fettkügelchen in den engen kapillaren Kanälchen kommt und in die Milchzisternen sich zunächst eine etwas fettärmere Milch ergießt, die beim Melken dann zuerst austritt. Mit dieser Erklärung stimmt es überein, daß Unterschiede in der Beschaffenheit der verschiedenen Teile eines Gemelkes nur dann hervortreten, wenn nach Füllung der Drüsenkanälchen Milch auch in die Zisternen eingetreten ist. Die Zeit, welche vom letzten Ausmelken an verstreicht, bis die Zisternen sich wieder zu füllen beginnen, beträgt nach W. Fleischmann[1]) durchschnittlich etwa 4 Stunden. Melkt man früher, also zu einer Zeit, in welcher sich die Milch nur erst in den Drüsenhohlräumen befindet und in die Zisternen noch nicht gelangt ist, so besitzt die zuerst und zuletzt gemolkene Milch nahezu gleiche Zusammensetzung.

Daß auch die Art des Melkens einen beachtenswerten Einfluß auf den Milchertrag ausübt, ist eine bekannte Tatsache. Man weiß und hat es mit Zahlen belegt,[2]) daß die vollständige Entfernung der Milch aus dem Euter geboten ist, nicht nur weil sonst der fettreichste Teil der Milch zurückgelassen wird, sondern jedweder zurückbleibende Rest die weitere Milchabsonderung einschränkt. Die vergleichenden Versuche, welche zudem mit dem gewöhnlichen kreuzweisen Melken und dem Hegelundschen Melkverfahren[3]) ausgeführt worden sind, haben die Wichtigkeit einer erfahrenen und geschickten Hand beim Melken erst neuerdings wieder in ein helles Licht gestellt.

2. Die Arbeitsleistung der Kühe während der Laktation. — Die Fragen, welchen Einfluß die Muskelarbeit und Körperbewegung milchgebender Tiere auf die Milchabsonderung hat, ist bereits von mehreren Seiten, neuerdings von Th. Henkel[4]), O. Stillich[5]), A. Morgen[6]) und J. Dolgich[7]) experimentell behandelt worden. Unter diesen Untersuchungen unterscheiden sich diejenigen von A. Morgen dadurch vorteilhaft von den andern, daß in ihnen genügend lange Perioden der Ruhe und Arbeit miteinander wechselten und die Kraftleistung der Tiere gemessen wurde. Der Versuch des genannten Forschers war mit zwei Simmentaler, an Zugarbeit gewöhnten Kühen und bei genau gleichbleibendem Futter, welches die reichliche Menge von 2,91 kg verdaulichem Rohprotein und 13,52 kg verdaulichen stickstofffreien Nährstoffen enthielt, ausgeführt worden. Die Tiere wurden in 11 verschiedenen Perioden von durchschnittlich 14tägiger Dauer beobachtet und hatten an einem Bremsgöpelwerk folgende Arbeit zu leisten:

---

[1]) Das Molkereiwesen, Braunschweig 1875, S. 84.

[2]) Fr. Soxhlet und H. Svoboda, Milchzeitung 1896, S. 809.

[3]) H. Mittelstädt, Zentralblatt für Agrikulturchemie 32. Jahrg., 1903, S. 197; Th. Henkel, Mitteilungen des landw. Vereins im Allgäu 14. Bd., 1903, S. 305.

[4]) Landw. Versuchsstationen 46. Bd., 1896, S. 330.

[5]) Die Arbeit der Kühe, Leipzig 1896.

[6]) Landw. Versuchsstationen 51. Bd., 1899, S. 117.

[7]) Berichte aus dem physiol. Lab. des landw. Institutes der Universität Halle, 16. Heft, 1902, S. 53.

Periode Nr.	Dauer	Zahl der Göpelumgänge[1])	Belastung des Göpels	Arbeitsdauer Stunden
II	15.—28. Januar	100	35	1
IV	8.—21. Februar	200	35	2
VI	6.—18. März	100	70	1
VIII	31. März bis 16. April . . .	200	70	2
X	13.—23. Mai	200	70	2

In den dazwischen liegenden Perioden, sowie in der I. und XI. wurden die Kühe bei voller Ruhe im Stalle gehalten. In bezug auf die Größe der Arbeitsleistung sei bemerkt, daß dieselbe in den Perioden II und IV eine sehr geringe war, darauf in der Periode VI auf das Doppelte und in den Perioden VIII und X auf das Vierfache, im ganzen auf 250000—300000 mkg,[2]) also immer noch auf eine nur mäßige Höhe gebracht wurde. Infolge der Arbeitsleistung änderte sich nun zunächst die Zusammensetzung der Milch; als Beleg hierzu seien einige Ergebnisse aus einzelnen Perioden, sowie aus allen Versuchen berechneten Durchschnittszahlen angeführt:

Periode	Trockensubstanz %	Stickstoff %	Fett %	Milchzucker %	Asche %
Kuh Nr. 1:					
I. Ruhe	12,74	0,489	3,67	5,00	0,691
II. Geringe Arbeit .	12,97	0,494	4,11	5,03	0,714
Differenz	+0,23	+0,005	+0,44	+0,03	+0,023
V. Ruhe	12,97	0,504	3,96	5,13	0,714
VI. Doppelte Arbeit	13,28	0,534	4,10	5,12	0,731
Differenz	+0,31	+0,030	+0,14	—0,01	+0,017
IX. Ruhe	13,05	0,558	3,98	4,94	0,738
X. Dreifache Arbeit	14,01	0,570	5,74	4,82	0,738
Differenz	+0,96	+0,012	+0,79	—0,12	—
Mittel der Perioden I—X.					
Kuh Nr. 1:					
Ruhe	12,97	0,500	3,96	5,05	0,722
Arbeit	13,44	0,531	4,36	4,99	0,726
Differenz	+0,47	+0,031	+0,40	—0,06	+0,004
Kuh Nr. 2:					
Ruhe	13,35	0,542	4,05	4,83	0,790
Arbeit	13,77	0,562	4,51	4,83	0,793
Differenz	+0,42	+0,020	+0,46	—	+0,003

Bei der Arbeitsleistung war hiernach eine etwas wasserärmere, trockensubstanzreichere Milch abgesondert worden, in der auch überall der Gehalt an

[1]) Ein Göpelumgang = 26 m.

[2]) Ausschließlich der zur Fortbewegung der Tiere nötigen Kraftleistung.

Fett und Eiweißstoffen (Stickstoff) eine Erhöhung erfahren hatte. Diese Veränderungen traten im allgemeinen um so stärker hervor, je größer die zu leistende Arbeit war (s. Kuh Nr. 1). Der Milchzucker- und Aschengehalt der Milch war von der Muskeltätigkeit der Kühe nur wenig berührt worden, zumeist war eine kleine Zunahme hervorgetreten. Im allgemeinen ging also die Wirkung der Muskelarbeit dahin, daß die Milch etwas konzentrierter, vornehmlich fettreicher wurde.

Die Gewichtsmengen an Milch und einzelnen Milchbestandteilen, welche bei Ruhe und Arbeit täglich im Durchschnitt abgesondert wurden, stellten sich auf folgende Werte:[1])

Periode	Milch	Trockensubstanz	Stickstoff	Fett	Milchzucker	Asche	Fettfreie Trockensubstanz
	kg	g	g	g	g	g	g
Kuh Nr. 1:							
I. Ruhe	12,1	1535	59	442	603	83	1093
II. Geringe Arbeit .	11,6	1502	57	468	587	83	1034
Differenz	−0,5	−33	−2	+26	−16	0	−59
V. Ruhe	12,7	1638	64	472	667	90	1166
VI. Doppelte Arbeit	12,4	1607	64	459	640	88	1148
Differenz	−0,3	−31	0	−13	−27	−2	−18
IX. Ruhe	13,0	1634	68	432	647	91	1161
X. Dreifache Arbeit	11,9	1582	63	456	587	82	1103
Differenz	−1,1	−52	−5	+24	−60	−9	−58
Mittel der Perioden I—X.							
Kuh Nr. 1:							
Ruhe	12,4	1587	62	454	629	87	1133
Arbeit	11,8	1563	61	464	604	84	1099
Differenz	−0,6	−24	−1	+10	−25	−3	−34
Kuh Nr. 2:							
Ruhe	11,1	1533	61	445	581	87	1088
Arbeit	10,4	1497	60	454	554	83	1043
Differenz	−0,7	−36	−1	+9	−27	−4	−45

Nach diesen Zahlen hat sich infolge der Heranziehung der Kühe zu mäßiger Arbeit die Gesamtmenge der in der Milchtrockensubstanz abgesonderten Stoffe nur wenig vermindert, so wenig, daß der Energieinhalt der Milchbestandteile bei Ruhe und Arbeit nur einen sehr unbedeutenden Unterschied aufweist. Die von den Tieren geforderte Kraft ist hier somit nicht auf Kosten der Milch erzeugt worden,

[1]) Da der Milchertrag und mit ihm die Menge der einzelnen Milchbestandteile im Laufe der Laktationsperiode sich verändern (S. 541), so mußten, um vergleichbare Zahlen zu erhalten, für diese Veränderungen Korrekturen angebracht werden. Wie man letztere zu berechnen hat, wird im nächsten Abschnitt dargelegt werden.

sondern muß aus dem Teile der Nahrung gedeckt worden sein, welcher in den Ruheperioden zum Ansatz von Körpersubstanz Verwendung gefunden hat; sie kann teilweise auch in angesammeltem Körperfett, das ja bei unzureichender Nahrungszufuhr in den Umsatz einbezogen wird, ihre Quelle gehabt haben. Der Bedarf an kraftlieferndem Material war in diesen Versuchen eben ein sehr geringer, denn es würden nach den S. 482 entwickelten Grundsätzen in der II. Periode schon 60—70, in den Schlußperioden mit maximaler Arbeit schon 240—280 g Fett im ganzen genügt haben, um die geforderte Kraft zu liefern. Da nun die Nahrungszufuhr nicht gering bemessen war, so ist es weiter erklärlich, daß die Kühe bei der ihnen auferlegten Arbeit nicht abmagerten und eine nur schwache Tendenz zur Gewichtsabnahme zeigten. Die Kuh Nr. 1 hatte nämlich in der X. Periode bei der stärksten Leistung nur um 5, die Kuh Nr. 2 nur um 4 kg abgenommen, und im Durchschnitt aller Versuche stellte sich die Gewichtsverminderung auf nur 3 kg. Dazu ist aber zu bemerken, daß beide Kühe trächtig waren und der Zuwachs der wasserreichen Leibesfrucht der Gewichtsabnahme entgegengewirkt haben muß. Im ganzen ist den Versuchen Morgens zu entnehmen, daß eine mäßige Zugarbeit der Kühe bei nicht karger Ernährung zwar die Milchmenge etwas herabsetzt, den prozentischen Trockensubstanz- und Fettgehalt aber etwas erhöht und die absolute Menge des Milchfettes um einen geringen Betrag steigert.

Zu sehr ähnlichen Ergebnissen gelangte O. Stillich (a. a. O.), der die Milchabsonderung zweier Harzer Kühe untersuchte, welche bei etwas wechselnder Fütterung die eine Woche im Stall verbrachten, die andere Woche leichte Wirtschaftsarbeit (Eggen, Walzen, Stoppelpflügen) verrichteten. Im Durchschnitt der je fünfwöchentlichen Beobachtungen bei Ruhe und Arbeit wurden folgende Tageswerte für die Milch und deren Zusammensetzung erhalten:

	Arbeit	Ruhe	Bei Arbeit mehr (+) oder weniger (—)
Kuh Nr. 1:			
Milchmenge in kg	8,688	9,486	—0,798
Trockensubstanz in %	13,33	13,00	+0,33
„ „ g	1157	1233	—76
Fett in %	4,38	4,01	+0,37
„ „ g	381	380	+1
Stickstoff in %	0,501	0,507	—0,006
„ „ g	43,4	48,0	—4,6
Kuh Nr. 2:			
Milchmenge in kg	4,562	4,935	—0,373
Trockensubstanz in %	13,32	13,23	+0,09
„ „ g	605	652	—47
Fett in %	4,28	4,17	+0,11
„ „ g	194	204	—10
Stickstoff in %	0,542	0,551	—0,009
„ „ g	24,7	27,0	—2,3

Es spiegeln sich also hier dieselben Verhältnisse wider, wie in den schon besprochenen Untersuchungsergebnissen Morgens.

In den beiden Versuchsreihen, die wir eben vorgeführt haben, waren die Tiere zum Zuge benützt worden und hatten darnach außer ihrer Eigenbewegung noch nutzbare Arbeit zu verrichten. Es waren hier also höhere Anforderungen an die Kraftleistung gestellt, als bei bloßer Körperbewegung im Freien, z. B. beim Weidegang an die Tiere herantreten. Wie nun diese letztere Form der Muskeltätigkeit wirkt, ist aus Untersuchungen von J. Dolgich (a. a. O.) näher zu erkennen. Der Genannte stellte die Milchabsonderung zweier Kühe fest, welche verschieden lange Zeit und in verschiedenem Schrittempo auf ebener Bahn herumgeführt wurden. Leider scheint aber das Futter den Tieren nicht gesondert zugewogen worden zu sein, weshalb es fraglich ist, ob sie bei der „gewöhnlichen Institutsfütterung“, die ihnen zuteil wurde, nicht Gelegenheit hatten, nach der appetiterregenden Bewegung im Freien mehr zu verzehren, als sonst. Es sind daher die Versuche nicht in allen ihren Teilen der Kritik zugänglich. Im allgemeinen aber scheint aus ihnen in Übereinstimmung mit den Ansichten, die man sich auf Grund der praktischen Erfahrung[1]) gebildet hat, hervorzugehen, daß eine mäßige Bewegung im Freien unter Ausschluß schädlicher Witterungseinflüsse in jeder Beziehung günstig auf die Milchabsonderung einwirkt. Am günstigsten schien eine tägliche Bewegungsdauer von 2 Stunden zu sein; es steigerte sich hierbei der Milchertrag, sowie die Menge der Trockensubstanz und des Fettes in beachtenswertem Umfange, und an der Qualität der Milch und der Butter war nichts auszusetzen, selbst wenn die Bewegung bis auf drei Stunden ausgedehnt wurde. Hingegen hob starke, überanstrengende Bewegung diese Vorteile wieder auf und kehrte die Wirkung um, indem ein beträchtlicher Rückgang in der Menge der Milch und ihrer Bestandteile zu verzeichnen war, die Butter eine harte Beschaffenheit annahm und das Ausbuttern längere Zeit beanspruchte.

Was nun die Wirkung anstrengender Arbeit auf die Milcherzeugung betrifft, so geht schon aus mancherlei praktischen Beobachtungen hervor, daß bei starken Leistungen der Milchertrag sich sehr bedeutend — bis um 70 % — vermindern[2]) und die Milch selbst eine Verschlechterung erfahren kann. Die ersten genaueren Untersuchungen dieser Verhältnisse verdanken wir Th. Henkel[3]), welcher die Milch einer aus 42 Simmentaler Kühen bestehenden Herde des Mustergutes Kaltenbrunnen bei Tegernsee vor und nach dem Auftriebe auf die Königsalpe untersuchte. Der Marsch, welchen die Kühe auf zum Teil rauhen und steilen Wegen zurückzulegen hatten, nahm $6\frac{1}{2}$ Stunden in Anspruch und

---

[1]) B. Martiny, Die Milch, Danzig 1871, 1. Teil, S. 345; C. F. Müller, Rindviehzucht, Berlin 1876, 1. Bd., S. 797; W. Fleischmann, Das Molkereiwesen, Braunschweig 1875, S. 68 und die Milchwirtschaft, Leipzig 1901, S. 70.

[2]) 21. Versammlung deutscher Land- und Forstwirte, Festschrift, Heidelberg 1860, S. 385.

[3]) Landw. Versuchsstationen 46. Bd., 1895, S. 329.

strengte die bis dahin im Stalle gehaltenen Tiere stark an. Mit dem Melken war des Vor- und Nachmittags, auch nach der Ankunft auf der Alpe, stets um 6 oder 6½ Uhr begonnen worden, nur am Tage des Auftriebs, dem 5. Juni, war zwischen 12 und 1 Uhr nachts gemolken, dafür aber die Melkung um 6 Uhr früh unterlassen worden. Die Menge der hierbei ermolkenen Milch und deren Zusammensetzung war folgende:

Tag	Milchmenge kg	Trockensubstanz %	Protein %	Fett %	Milchzucker %	Asche %
4. Juni morgens . . .	130	12,51	3,28	3,80	4,79	0,81
4. „ abends . . .	120	12,89	3,34	4,05	4,77	0,73
4.—5. Juni nachts . .	170	12,97	3,22	4,34	4,91	0,77
5. Juni abends . . .	*145*	*13,60*	*3,60*	*4,70*	*4,66*	*0,93*
6. „ morgens . . .	*145*	*14,07*	*3,33*	*5,34*	*4,97*	*0,79*
6. „ abends . . .	140	13,54	3,32	5,11	4,85	0,76

Sechs weitere Beobachtungen an Kühen, welche längere Wegstrecken zurückgelegt hatten, dienen zur Ergänzung der eben angeführten Ergebnisse. In dem einen Falle, der hier noch näher betrachtet werden soll, hatten zwei Kühe am 17. Oktober in der Zeit zwischen 7½ morgens und 5½ Uhr abends einen Marsch von 7½ stündiger Dauer geleistet und dabei in der Milch folgendes geliefert:

Tag	Milchmenge kg	Trockensubstanz %	Protein %	Fett %	Milchzucker %
16. Oktober abends . .	4,75	12,14	2,92	3,78	4,09
17. „ morgens .	4,25	12,95	3,17	4,58	4,46
17. „ abends . .	*2,75*	*11,80*	*2,90*	*4,47*	*4,83*
18. „ morgens .	*0,75*	*13,46*	*3,11*	*6,23*	*5,05*
18. „ abends . .	3,5	12,39	2,97	3,89	4,35
19. „ morgens .	3,25	12,42	2,91	3,84	4,54

Aus diesen Beobachtungen ist zu folgern, daß durch anstrengende Bewegung sowohl die Menge, wie die Zusammensetzung der Milch beeinflußt wird. Die Menge der Milch verringerte sich, ebenso die absolute Menge der abgesonderten Milchbestandteile. Dieser Rückgang ist schon beim ersten Gemelke je nach dem Grade der Anstrengung in mehr oder minder hohem Grade wahrnehmbar und beim 4. Gemelke noch viel beträchtlicher. Die qualitativen Veränderungen bewegen sich in ziemlich derselben Richtung, wie in den bereits vorgeführten Untersuchungen Morgens und Stillichs; der prozentische Gehalt an Trockensubstanz, Protein, Fett und Asche nimmt zu, der an Wasser und Milchzucker ab. Im Laufe einiger Tage nach der anstrengenden Leistung kehrte auch die Zusammensetzung auf das vor der Arbeit bestehende Verhältnis zurück.

J. Dolgich[1]), welcher im Anschluß an seine schon oben erwähnten Untersuchungen die von ihm benützten beiden Kühe Zugarbeit in einem Bremsgöpel-

[1]) Berichte aus dem physiol. Laborat. des landw. Institutes der Universität Halle, 16. Heft, 1902, S. 73.

werk verrichten und verschieden lange Zeit bei verschieden starker Zugarbeit arbeiten ließ, kam zu ganz ähnlichen Ergebnissen, wie Th. Henkel. Er bezeichnet in seinem Berichte eine Beschäftigung der Kühe am Göpel unter der Dauer von 2 Stunden vormittags und 2 Stunden nachmittags als leichte Arbeit, von je 2 Stunden als mäßige, von je 3 Stunden als angestrengte und je 4 Stunden als überangestrengte Arbeit und fand, daß z. B. bei der einen Kuh[1]) infolge der verschiedenen Anstrengung an Milch und Milchbestandteilen täglich mehr (+) oder weniger (—) abgesondert wurde als bei Stallruhe:

	Leichte Arbeit g	Mäßige Arbeit g	Angestrengte Arbeit g	Überangestrengte Arbeit g
Milchmenge . . .	+ 40	— 1170	— 2090	— 4460
Trockensubstanz . .	+ 128,3	— 93,6	— 231,1	— 601,3
Protein	+ 28,6	— 26,5	— 68,2	— 172,7
Fett	+ 43,7	— 18,7	— 181,7	— 184,4
Milchzucker	+ 16,2	— 69,5	— 107,8	— 251,3
Asche	+ 7,6	— 3,8	— 9,1	— 29,5

Eine kurze Arbeitsleistung bei einer Zugkraft, die bis auf 50 kg gesteigert wurde, wirkte hiernach, ebenso wie eine etwa zweistündige bloße Bewegung in frischer Luft anregend und belebend auf den Stoffwechsel und auf die Milchabsonderung. Bei vierstündiger Arbeit stellte sich selbst bei dem mäßigen Zuge von nur 31 kg bereits eine erhebliche Verminderung der Milch und ihrer sämtlichen Bestandteile ein, und je weiter man die Anforderung an die Kraftleistung steigerte, um so mehr nahm die Milchproduktion ab. Hierzu gesellten sich bei Überanstrengung noch anderweitige Veränderungen; die Milch zeigte eine auffallende schleimige Beschaffenheit, sie gerann selbst bei wochenlangem Stehen nicht und bildete beim Kochen einen körnigen Niederschlag, der sich an den Wänden und am Boden der Gefäße festsetzte; bei der Kostprobe fiel eine geringe Süßigkeit und ein kratzender Nachgeschmack auf. Entgegen älteren Angaben wurde aber weder von Henkel, noch von Dolgich beobachtet, daß die von den angestrengt arbeitenden Kühen ermolkene Milch beim Kochen gerann; der Säuregrad dieser Milch war niedriger, als vor oder nach der Arbeit.

Eine Verminderung des Milchertrages und der absoluten Mengen aller Bestandteile der Milchtrockensubstanz bei gleichzeitiger Erhöhung des prozentischen Gehaltes an Protein, Fett und Asche, das sind im allgemeinen die Folgen der Heranziehung milchgebender Tiere zu starker Arbeit.

Ob die Arbeitsleistung einen Einfluß auf die Milchabsonderung ausübt und in welchem Grade dieser Einfluß hervortritt, hängt, wie schon angedeutet, von der Größe der Nahrungszufuhr und dem Körperzustande der Tiere ab. Bei sehr reichlicher Nahrung, von welcher nach Abzug des Bedarfs für die Lebenserhaltung und Milchbildung noch ein Überschuß bleibt, kann unter Umständen

[1]) Das Tier wog nur ca. 370 kg.

dieser Überschuß zur Erzeugung der geforderten Kraft teilweise oder vollständig ausreichen, und es wird in solchem Falle der Milchertrag nur wenig oder gar nicht verringert werden. Ist ein solcher Nahrungsüberschuß nicht vorhanden oder reicht derselbe nicht zu, um neben den Ausgaben für die Erhaltung und die Milchbildung auch noch den Bedarf für die Kraftproduktion zu decken, so kann beim wohlgenährten Tiere zunächst angesammeltes Körperfett für das Fehlende eintreten und je nach seinem Vorrate die Abnahme des Milchertrages hintanhalten. Es braucht also eine stärkere Arbeitsleistung der Kühe nicht notwendigerweise stets mit einer starken Verringerung der Milchabsonderung verbunden zu sein. Beim schlecht genährten oder nicht reichlich gefütterten Tiere wird eine solche Minderung des Ertrages freilich eher wahrzunehmen sein als bei Tieren, die sich in gutem Körperzustande befinden bezw. reichliches Futter erhalten. Sollen die Kühe arbeiten, so pflegt man in der Praxis ihre Ration zu verstärken. Bis zu welchem Grade jedoch eine Futterzulage dem milchverringernden Einfluß der Arbeitsleistung entgegenzuwirken vermag, ist bis jetzt noch nicht untersucht worden.

3. Sonstige Verhältnisse; Haltung und Pflege. — Da die Leistungen der Milchdrüse in enger Beziehung zum Nervensystem stehen, so ist es klar, daß alles, was zum Wohlbefinden der Kühe beiträgt, auch dem Milchertrage zugute kommt. Daß äußere Verhältnisse in der Tat in der Menge und Zusammensetzung der Milch zum Ausdruck gelangen, ist von Backhaus[1]) gezeigt worden. Er ermittelte die Erträge von Kühen, denen zeitweise keinerlei Pflege der Haut zuteil wurde und fand bei zwei Tieren, daß die Milchmenge um 7,2, die Fettmenge in der Milch um 8,3% sank, wenn das tägliche Putzen mit Bürste und Striegel unterlassen wurde; bei 10 anderen Kühen wurde bei einem weiteren Versuch derselben Art innerhalb 14tägiger Perioden erhalten:

	Milch im ganzen kg	Trockensubstanz %	Fett %
Mit Putzen . .	2087	11,77	2,99
Ohne „ . .	2007	11,44	3,14
Differenz	— 80	— 0,34	+ 0,15

Jedwede Beunruhigung der Kühe, rohe Behandlung, ungenügende Einstreu, ein kalter Stall und ähnliche Momente wirken, wie die Erfahrung gelehrt hat, ungünstig auf die Milchabsonderung ein und setzen in der Regel nicht bloß die Menge, sondern auch den Fettgehalt der Milch herab. Zu ihrer vollen Entfaltung läßt sich die Leistungsfähigkeit des Milchviehes nur dann bringen und dauernd auf der Höhe erhalten, wenn dem Wohlbehagen der Tiere volle Aufmerksamkeit geschenkt wird.

4. Methoden zur Untersuchung des Einflusses, welchen das Futter auf die Milchabsonderung ausübt.

Wäre die Menge und Zusammensetzung der Milch, welche bei gleichbleibendem Futter abgesondert wird, längere Zeit einem Wechsel nicht unterworfen,

---

[1]) Journal für Landw. 41. Jahrg., 1893, S. 332.

so würde es keine Schwierigkeiten bieten, den Einfluß verschiedener Futtermengen und verschiedener Futtermischungen auf die Milchproduktion festzustellen. Wie jedoch weiter oben dargelegt worden ist, gibt es außer der Nahrung eine ganze Reihe Faktoren, welche die Menge und Güte der Milch beeinflussen und bei Untersuchungen der Futterwirkungen berücksichtigt werden müssen. Ein Teil dieser Faktoren, insbesondere alles, was mit der Haltung und Pflege der Tiere, sowie mit der Häufigkeit und Art des Melkens im Zusammenhange steht, läßt sich zwar während jeder beliebigen Versuchsdauer so gleichmäßig gestalten, daß diese Verhältnisse irgendwelche Änderung der Milchsekretion nicht herbeiführen und den Einfluß eines Futterwechsels nicht trüben würden. Auch die Eigenart der Tiere, welche bei Fütterungsversuchen ein sehr wechselvolles Spiel treibt, läßt sich durch Benützung einer großen Zahl von Tieren und durch mehrfache Wiederholung der Versuche soweit ausgleichen, daß die Versuchsresultate rein hervortreten. Andere Verhältnisse jedoch, welche mit der Milchbildung ebenfalls eng zusammenhängen, sind auf so einfache Weise nicht auszuschalten. Hierher gehört vor allem die Laktationsdauer, deren Wirkung auf Qualität und Quantität so verschieden ist, daß sie sich nicht vorausberechnen läßt, sondern in jedem einzelnen Falle gesondert ermittelt und in Anrechnung gebracht werden muß. Zwei Arten der Versuchsanstellung sind es hier, welche darauf abzielen, die Veränderungen infolge des Vorschreitens der Laktation bei Fütterungsversuchen von der eigentlichen Futterwirkung so zu sondern, daß letztere rein zum Ausdruck gebracht werden kann.

A. **Das Periodensystem.**[1]) — Dieses setzt voraus, daß die Veränderungen in den Milchabsonderungen stetig, nicht sprungweise verlaufen oder doch wenigstens während einer kürzeren Versuchsdauer sich sozusagen in einer geraden Linie bewegen. Man nimmt also an, wenn in einem drei Monate währenden Versuche der Milchertrag im ersten Monat täglich um einen bestimmten Betrag an Gesamtgewicht, Trockensubstanz, Fett usw. sinkt oder — was seltener vorkommt — steigt, daß dann bei unveränderter Nahrungszufuhr auch im 2. und 3. Monate dieselbe tägliche Ab- bezw. Zunahme zu beobachten sein würde. Die Größe dieser Änderungen bestimmt man nun in der Weise, daß den Versuchstieren in einer Anfangs- und einer Schlußperiode genau das gleiche Futter gereicht und dabei die Menge und Zusammensetzung der Milch festgestellt wird. Hat man z. B. beobachtet, daß im Durchschnitt

der Anfangsperiode 15,38 kg Milch mit 3,05 % = 469 g Fett und
„ „ 14,65 „ „ „ 3,12 % = 457 „ „

abgesondert worden sind, so stellt sich zunächst die gesamte Abnahme auf 0,73 kg Milch und 12 g Fett. Wenn die zeitliche Entfernung der Mitte der Anfangs- von der Mitte der Schlußperiode hier z. B. 60 Tage beträgt, so entfällt auf jeden Tag eine Abnahme von 12,17 g Milch und 0,200 g Fett. Mit Hilfe der zuletzt gefundenen Zahlen ist man dann imstande zu berechnen, wieviel Milch und Fett

---

[1]) Vergl. A. Morgen, Darlegung der verschiedenen Arten der Depressionsberechnung bei Versuchen mit Milchtieren. Landw. Versuchsstationen 77. Bd., 1912, S. 351.

in irgend einem zwischen der Anfangs- und Schlußperiode liegenden Versuchsabschnitt hätten abgesondert werden müssen, wenn während des ganzen Versuchs gleiches Futter beibehalten worden wäre. Nehmen wir an, wir hätten zwischen der Anfangs- und Schlußperiode in einem besonderen Versuchsabschnitt das Futter durch irgend eine Zulage verstärkt, und die Mitte dieses Abschnittes wäre von der Mitte der Anfangsperiode gerade 30 Tage entfernt gewesen. Unter der Voraussetzung, daß eine Futteränderung nicht eingetreten wäre, würde sich dann der Anfangsertrag an Milch (15,38 kg) um 30 × 12,17 = 365 g und der anfängliche Fettertrag (469 g) um 6,0 g vermindert haben und demzufolge ermolken worden sein

15,015 kg Milch mit 463 g Fett.

Die direkte Beobachtung zur Zeit der verstärkten Ration habe aber z. B.

15,35 kg Milch mit 471 g Fett

ergeben. Das Versuchsergebnis würde also lauten, daß die Futterzulage eine tägliche Erhöhung der Produktion um

0,335 kg Milch mit 8,0 g Fett

bewirkt hat.

Zwischen die Anfangs- und Schlußperiode fügt man nun zuweilen zwei, drei oder noch mehr Versuchsabschnitte mit veränderten Futtergaben ein und führt die Berechnung der Ergebnisse in genau derselben Weise aus, wie in dem angegebenen Beispiele. Zuweilen schaltet man nach jedem Versuchsabschnitt mit verändertem Futter immer wieder eine Periode ein, in welcher die anfängliche Ration (Grundfutter) gereicht wird, so zwar, daß jede Versuchsperiode mit verändertem Futter von zwei Grundfutterperioden eingeschlossen ist. Denselben Versuchsplan befolgt man auch, wenn nicht das Futter, sondern andere Faktoren (Bewegung, Arbeit, Umgebungstemperatur, Wasserkonsum, Putzen der Tiere usw.) in ihrer Wirkung auf die Milchproduktion geprüft werden sollen. — Die Dauer einer jeden Periode, ausschließlich der Übergangsfütterung, ist auf mindestens 3 Wochen zu bemessen und in besonderen Fällen, namentlich wenn es sich um die Feststellung des Einflusses eines Futtermittels auf die Zusammensetzung der Milch oder des Milchfettes handelt, wegen der langandauernden Nachwirkung des vorausgegangenen Futters auf eine entsprechend längere Zeit auszudehnen.

Das Periodensystem setzt hiernach zweierlei voraus, erstens, daß die Veränderungen, welche die Milchabsonderung im Laufe der Laktation erleidet, während der ganzen Dauer der Versuche gleichmäßig vor sich gehen, und zweitens, daß die Änderung der Nahrungszufuhr oder sonstiger Faktoren, die zwischen den Anfangs- und Schlußperioden vorgenommen wird, auf die Produktion in der Schlußperiode keinen Einfluß hat. Beide Voraussetzungen treffen nicht immer zu. Wir haben ja bereits gesehen (S. 542), daß der Milchertrag mit der zeitlichen Entfernung vom Kalben an keineswegs eine sehr regelmäßige Änderung erfährt, sondern je nach der Individualität der Tiere manchmal schroffe Sprünge zeigt, ja zuweilen zunimmt, nachdem er sich eine Zeitlang auf gleicher Höhe erhalten hat. Und hinsichtlich der zweiten Voraussetzung werden wir später (S. 566) sehen, daß die Höhe des Milchertrages auch in einer gewissen Beziehung zum Ernährungszustande

steht; da sich nun dieser Zustand ändern kann, wenn zwischen den beiden Grundfutterperioden die Nahrung vermehrt oder verringert wird, so ist es nicht sicher, daß die Milchleistung in der Schlußperiode genau so ausfällt, wie wenn — der Voraussetzung gemäß — den Tieren während der ganzen Versuchszeit gleiches Futter gereicht würde. Jede Nahrungsänderung in den mittleren Perioden kann somit Einfluß auch auf die Milchproduktion in der Schlußperiode gewinnen und den Vergleich zwischen Grundfutter und veränderter Ration stören. Gegen den erstgenannten Übelstand, die sprungweisen Produktionsschwankungen, welche unabhängig vom Futter verlaufen, kann man sich ausreichend schützen, wenn man den Versuch mit einer größeren Anzahl von Tieren — mindestens 15—20 Stück — ausführt; jene individuellen Sprünge gleichen sich dann ziemlich aus und kommen bei der Berechnung der täglichen Durchschnittserträge kaum mehr zum Ausdruck. Anders verhält es sich aber mit dem Ernährungszustande, dessen Wirkung sich nicht ausmerzen läßt und im einzelnen Falle sich überhaupt jeder Beurteilung entzieht. Will man diesen irreführenden Einfluß vollständig ausschalten, so hat man einen anderen Weg der Versuchsanstellung einzuschlagen, der im folgenden beschrieben ist.

B. **Gruppensystem.** — In seinen wesentlichen Zügen ist dieses Verfahren demjenigen gleich, welches früher (S. 438) für Versuche mit Mastvieh, wachsenden Tieren usw. bereits empfohlen worden ist. Bei der Zusammenstellung verschiedener Gruppen von Milchvieh, die ebenfalls aus mindestens 10 Stück bestehen sollen, sind jedoch nicht bloß Rasse, Alter und Körpergewicht, sondern auch die Laktationsdauer, die Menge und Zusammensetzung der Milch zu berücksichtigen und durch passende Auswahl der Tiere so auszugleichen, daß auch in dieser Beziehung ein Tier der einen Abteilung je einem Tiere der anderen Abteilungen möglichst ähnlich ist. Um sich zu vergewissern, ob noch Verschiedenheiten zwischen den einzelnen Gruppen bestehen, beginnt man den Versuch mit einer vorbereitenden Periode, in welcher allen Tieren genau gleiches Futter gereicht und der Milchertrag jeder Kuh einen oder zwei Monate lang beobachtet wird. Alle 8—10 Tage berechnet man dabei den täglichen Durchschnittsertrag jeder Periode, bestimmt auch in regelmäßigen Zwischenzeiten den Fettgehalt der Milch nach einem zuverlässigen, zu Massenuntersuchungen geeigneten Verfahren, und wenn sich dann noch kleine Verschiedenheiten zwischen den Abteilungen herausstellen, so vertauscht man einige Kühe der einen mit Tieren der anderen Gruppe, bis volle Gleichheit erreicht ist. Man bleibt dann bei dieser Fütterung noch 10 Tage stehen und ermittelt in dieser Zeit neben der Menge nun auch die Zusammensetzung der Milch. Darauf beginnt die Hauptperiode des Versuchs, während welcher diejenigen Futtermittel verabfolgt werden, deren Wirkung man miteinander vergleichen will. Gesetzt, es handle sich, wie gewöhnlich, um zwei Futtermittel, z. B. Getreide- und Maisschrot. In diesem Falle sind 3 Gruppen zu bilden und sowohl Getreide- wie Maisschrot schon in jene Ration (das sogenannte Grundfutter) einzuführen, die in dem vorbereitenden Versuchsabschnitt verfüttert wird. Die drei Gruppen A, B und C empfangen dementsprechend innerhalb des Grundfutters von Anfang an ein Gemisch gleicher Teile Getreide-

und Maisschrot. Mit dem Beginn der Hauptperiode ändert sich bei den Gruppen A und C die Ration so, daß A Getreide an Stelle des Maises und C Mais an Stelle des Getreides erhält, während der Gruppe B das Grundfutter unverändert weiter verabfolgt wird. Dadurch, daß man im Futter der Gruppe A die Getreide- und der Gruppe C die Maisgabe beträchtlich erhöht, erreicht man sicher, daß die beiden Futtermittel ihre Wirkung voll entfalten. Gemessen wird diese Wirkung mit dem Maßstab, welchen die bei unveränderter Futterzufuhr verbliebene Gruppe B liefert. In dieser Hauptperiode, die im ganzen mit Einschluß des Überganges zum neuen Futter 1—2 Monate dauert, faßt man wieder 8—10tägige Unterabschnitte zusammen und berechnet für diese den durchschnittlichen Milchertrag, um festzustellen, von welchem Zeitpunkte an der Einfluß des vorausgegangenen Futters verschwunden und die Milchproduktion sich der neuen Ernährungsweise angepaßt hat. In den letzten 10 Tagen dieser Periode wird dann wiederum auch die Zusammensetzung der Milch ermittelt. Den ganzen Versuch beschließt eine Nachperiode, die ebenfalls 1—2 Monate dauert und sich von der Hauptperiode nur dadurch unterscheidet, daß die drei Gruppen wieder gleich, und zwar am besten genau ebenso oder wenigstens ähnlich so gefüttert werden, wie zur Zeit der vorbereitenden Periode. Alles übrige wird genau so eingerichtet und befolgt, wie während der Hauptperiode. — Selbstverständlich sind bei Versuchen der eben beschriebenen, wie jeder anderen Art auch die Lebendgewichtsveränderungen zu ermitteln und zwar innerhalb der 7—10tägigen Unterabschnitte stets an mindestens 3 aufeinander folgenden Tagen, außerdem aber noch nach vollzogenem Futterwechsel und am Schlusse einer jeden der 3 Perioden. Alles was im übrigen einen Einfluß auf die Wirkung des Futters, sowie auf die Menge und Beschaffenheit der Milch ausüben könnte, wie die Haltung und Pflege der Tiere, die Zubereitung der Futterstoffe, die Salzgaben, das Tränken, die Umgebungstemperatur, die Melkzeit und die Art des Melkens, muß für alle Gruppen sorgfältigst gleich gehalten werden, damit nur der eine Faktor, den man prüfen will, in seiner Wirkung ganz rein hervortritt. Daß nur erfahrene und geschickte Melker bei derartigen Versuchen verwendet werden dürfen, braucht kaum gesagt zu werden.

Bei der außerordentlichen Wichtigkeit, welche die auf der Beobachtung gleicher Gruppen beruhende Versuchsanstellung besitzt, sei zur weiteren Erläuterung des Verfahrens hier ein Beispiel eingeschaltet, welches an unsere Beschreibung anknüpfend, die Wirkung von Getreideschrot (halb Gerste, halb Hafer) im Vergleich zu Maisschrot behandelt und den Untersuchungen des verdienten Begründers der in Rede stehenden Methode, N. J. Fjord, entnommen ist.[1]) Als Durchschnitt von 12 einzelnen Versuchsreihen, die auf 6 Gütern ausgeführt worden sind, berechnet sich der Futterverzehr der 3 Gruppen pro Tag und Kopf wie folgt:

[1]) Le Laboratoire d'Expériences Agronomiques de Copenhague, 1900, S. 13.

	Vorperiode A, B u. C	Hauptperiode A	Hauptperiode B	Hauptperiode C	Nachperiode A, B u. C
Getreide	1,09	*2,12*	*1,06*	—	1,03
Mais	0,89	—	*1,06*	*2,12*	1,09
Ölkuchen	1,32	1,30	1,30	1,30	1,25
Runkelrüben	15,33	14,69	14,69	14,69	9,34
Rübenschnitzel	3,84	3,50	3,50	3,50	4,07
Melasse	0,31	0,27	0,27	0,27	0,31
Heu	4,76	4,63	4,63	4,63	4,90
Stroh (nach Belieben)	4,76	4,74	4,74	4,66	4,28
Darin war an Nährstoffen enthalten:					
Rohprotein	1,28	1,31	1,31	1,31	1,26
Rohfett	0,37	0,36	0,36	0,36	0,35
Stickstofffr. Extraktstoffe und Rohfaser	10,46	10,33	10,33	10,33	9,72

Die tägliche Milchproduktion betrug im Durchschnitt pro Kopf in Kilogramm:

Gruppe	A	B	C
Vorperiode	13,80	13,80	13,80
Hauptperiode	11,75	11,85	11,55
Nachperiode	10,65	10,65	10,65

Die Milch enthielt in Prozenten:

	Vorperiode			Hauptperiode			Nachperiode		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Protein	2,95	2,97	2,98	3,09	3,12	3,14	3,17	3,21	3,22
Fett	2,98	3,00	3,00	3,08	3,05	3,02	3,10	3,18	3,22
Milchzucker	4,84	4,83	4,84	4,78	4,79	4,82	4,71	4,61	4,62
Asche	0,78	0,77	0,78	0,77	0,77	0,77	0,78	0,78	0,78
Wasser	88,45	88,43	88,40	88,28	87,27	88,25	88,24	88,22	88,16

Das Lebendgewicht der Versuchskühe nahm pro Kopf und Tag zu (+) bezw. ab (—) in Kilogramm:

0	—0,02	+0,1	+0,11	+0,13	+0,17	—0,29	—0,29	—0,28

Dieser und noch ein anderer Versuch, welcher weiter unten (S. 571) vorgeführt werden soll, zeigen, daß es in der Tat gelingt, Gruppen von frischmilchenden Tieren zusammenzustellen, welche bei gleicher Fütterung genügend lange Zeit hindurch ganz gleiche Mengen in ihrer Zusammensetzung nicht verschiedener Milch erzeugen. Die Vorbedingungen für die Zuverlässigkeit solcher Untersuchungen sind, wie Fjord und sein Nachfolger F. Friis durch Beobachtungen an nahezu 3000 Kühen bewiesen haben, bei sorgfältiger Auswahl der Tiere erfüllbar, und die Resultate treten im allgemeinen recht deutlich hervor. Würde man sich auf wissenschaftlicher Seite dazu entschließen, mit den zu prüfenden Futtermischungen gesonderte Ausnützungsversuche (S. 36) auszuführen, so würden die Versuchsergebnisse an Wert noch erheblich gewinnen. Es würde schon genügen, wenn man an Stelle der hierzu weniger geeigneten weiblichen Tiere

Ochsen aufstellen würde. Alle Unsicherheiten, die mit der Einschätzung der Verdaulichkeit der Futterstoffe verbunden sind, ließen sich auf diese Weise beseitigen. Wenn freilich, wie bei der Versuchsanstellung in der landwirtschaftlichen Praxis, die erforderlichen Hilfsmittel und Arbeitskräfte fehlen, so muß es bei der Schätzung bleiben; indessen gründe man dieselbe auf eine vollständige chemische Analyse wenigstens derjenigen Futtermittel, deren Wirkung Gegenstand der Versuche ist.

Außer auf die Frage nach dem Einfluß einzelner Futtermittel können die Versuche, welche nach dem Gruppen- oder Periodensystem ausgeführt werden, selbstverständlich auf eine große Anzahl anderer Fragen gerichtet sein. Es kann sich darum handeln, dem Einfluß nachzugehen, welchen die Menge des Futters und der einzelnen Futterbestandteile, das Mischungsverhältnis der Nährstoffe, die Zubereitung des Futters, besondere Zulagen (Würzstoffe vegetabilischer Art, Kochsalz) und viele andere Dinge auf die Milchabsonderung haben; es können sich Fragen, welche auf dem Versuchswege beantwortet werden sollen, auch auf äußere Verhältnisse, Haltung und Pflege, Art und Häufigkeit des Melkens usw. erstrecken. Wie sehr aber auch die Besonderheiten des Versuchszieles den Plan für die Fütterungsweise bestimmen und modifizieren mögen, immer wird man sich hinsichtlich der sonstigen Ausführung an die allgemeinen Regeln halten müssen, welche im Vorangegangenen zusammengestellt sind.

Wegen der Veränderungen, welche die Beschaffenheit der Milch im Laufe der Laktationsperiode oder unter dem Einflusse des zu prüfenden Futters erleidet, hat man bei Versuchen der in Rede stehenden Art neben der Menge auch die Zusammensetzung der Milch festzustellen. In der Regel begnügt man sich hierbei, den Gehalt an Trockensubstanz[1]) und Fett zu ermitteln, weil durch diese beiden Bestandteile die Zusammensetzung der Milch zumeist bereits genügend gekennzeichnet wird. Da nun, wie wir S. 539 u. 545 gesehen haben, nicht bloß zwischen den aufeinanderfolgenden Gemelken, sondern auch zwischen der Gesamtmilch einzelner Tage sehr große Schwankungen im Gehalte wahrzunehmen sind, so ist es am zweckdienlichsten, die Analyse der Milch innerhalb der letzten 10 bis 14 Tage einer jeden Versuchsperiode täglich vorzunehmen, eine Arbeit, die bei der Raschheit der Methoden zur Bestimmung des Milchfettes und des spezifischen Gewichts unschwer bewältigt werden kann. Nötigenfalls läßt sich die Milch mehrerer Gemelke mit etwas Formaldehyd konservieren und später im Verhältnis der Menge eines jeden Gemelkes zu einer mehrere Tage umfassenden Durchschnittsprobe vereinigen.[2]) — Ein jeder Fütterungsversuch mit Milchvieh würde unvollständig sein,

[1]) Den Trockensubstanzgehalt bestimmt man oft nicht direkt, sondern berechnet denselben aus dem spezifischen Gewicht und dem Fettgehalt der Milch nach den Formeln und Tabellen W. Fleischmanns (Journal für Landw. 33. Bd., 1885, S. 251), welche annähernd genaue Resultate liefern.

[2]) Bei der Aufbewahrung der mit einem Konservierungsmittel versehenen Milch ist zu beachten, daß, insofern die Rahmbildung nicht fortwährend gestört wird, es später außerordentlich schwierig ist, die Rahmschicht gleichmäßig in der Milch zu verteilen. Tägliches Umschütteln oder noch besser eine ununterbrochene, sehr langsame Bewegung der Probeflaschen in einem von Soxhlet konstruierten, rotierenden Apparat leisten hier gute Dienste.

wenn nicht auch der Geruch und Geschmack, die Gerinnungs- und Labungsfähigkeit, sowie das Verhalten der Milch beim Aufrahmen und Verbuttern, und die Eigenschaften der Butter berücksichtigt und festgestellt würden.

5. Die Wirkung der Nahrung auf die Milchproduktion.

1. Allgemeine Verhältnisse. — Alles was bis jetzt über den Bau und die Funktionen der Milchdrüse bekannt geworden ist (S. 533), deutet darauf hin, daß die Milch nicht ein einfaches aus den Körpersäften abgesondertes Sekret, sondern ein Produkt der Drüsenzellen ist. Letztere nehmen, wie bereits geschildert, unter dem Einflusse des Nervensystems aus den Blut- und Lymphgefäßen geeignete Stoffe auf, die, wie es scheint, zuerst integrierende Bestandteile der Zellsubstanz werden, um nach einer tiefeingreifenden chemischen Umwandlung in die Form der Milchbestandteile überzugehen. Die Milch stellt also größtenteils oder ganz umgewandelte Drüsenmasse dar. Wie man nun nicht imstande ist, durch die Nahrung die Entwicklung oder die Tätigkeit irgend eines Organes des Tierleibes einseitig zu steigern, so gelingt es auch nicht, durch die Menge und Art des Futters den Milchstrom auf beliebige Höhe zu bringen oder der Milch jede gewünschte Zusammensetzung zu erteilen. Die Leistungsfähigkeit der Drüse bewegt sich eben wie die Entwicklung eines jeden anderen Organs innerhalb gewisser Grenzen, welche durch Anpassung und Vererbung bestimmt werden. Die Individualität und Rasse der Tiere, sowie der jeweilige von der Laktationsdauer beeinflußte Entwicklungszustand der Milchdrüse sind demnach die Faktoren, welche die Milchproduktion in erster Linie beherrschen. Die Nahrungszufuhr steht neben anderen Bedingungen erst an zweiter Stelle und gelangt nur innerhalb derjenigen Grenzen zur Wirkung, welche von dem Leistungsvermögen des milchbildenden Organs gezogen sind; nichtsdestoweniger hängt es von ihr wesentlich ab, ob die Leistungsfähigkeit der Milchdrüse auf ihrer vollen Höhe erhalten bleibt oder nicht.

In diesem durch zahlreiche Beobachtungen in seiner vollen Tragweite bestätigten Lehrsatze finden eine ganze Reihe von Beziehungen zwischen Futter und Milchproduktion ihre Begründung. Wenn auch die Stoffe, welche in die Milch übergehen, unter gewöhnlichen Verhältnissen aus dem Futter stammen, so kann doch nur dasjenige in die Milch gelangen, was die Milchdrüse zu verarbeiten fähig ist. Den Höhepunkt ihrer Leistungsfähigkeit erreicht nun die Drüse, wie aus dem Verlaufe der Milchabsonderung während der Dauer einer Laktationsperiode (S. 541) ersichtlich ist, in der ersten Zeit nach dem Kalben, und in dieser Zeit ist daher der weiteste Spielraum geboten für eine Beeinflussung des Milchstromes durch die Nahrung. In diesem Teile der Laktationsperiode ist die Drüse imstande, die größte Menge Nährstoffe, welche über den Erhaltungsbedarf hinaus den Tieren zugeführt werden, zu bewältigen und in Milch umzusetzen. In späteren Stadien der Laktation, wenn die Leistungsfähigkeit der Drüse aus natürlichen Gründen mehr und mehr zurückgeht, kann durch keine auch noch so starke Nahrungs-

zufuhr ebensoviel Milch erzielt werden, wie vordem. Für die Praxis der Fütterung des Milchviehes folgt hieraus, daß da, wo man die Tiere nur der Milcherzeugung wegen hält, das Futter im Laufe der Laktationsperiode allmählich zu verringern und der Milchleistung anzupassen ist. Letzteres gilt freilich nicht bloß von Tieren, die sich in verschiedenen Stadien der Laktation befinden, sondern trifft ebenso allgemein zu bei Kühen, die sich durch hohe oder niedrigere Milchergiebigkeit voneinander unterscheiden. Mißt man allen Tieren einer Herde ohne Rücksicht auf den Milchertrag das gleiche Futter zu, so begeht man nicht nur eine direkte Verschwendung, sondern schädigt sich noch auf anderem Wege. Werden nämlich Tiere von geringerem Milchertrage ebenso reichlich gefüttert wie Tiere, die viel Milch geben, so geht von dem produktiven Teil des Futters das, was nicht von der Milchdrüse verarbeitet werden kann, namentlich in späteren Laktationsstadien in den Ansatz über und führt zu einer Verfettung der Organe, wodurch die Leistungsfähigkeit der Drüse erfahrungsgemäß noch weiter eingeschränkt wird. Das Maß des Futters muß sich also nach dem Zustande des Tieres und der individuellen Veranlagung zur Milcherzeugung richten, im übrigen aber so reguliert werden, daß zwar ein guter Ernährungszustand gesichert, eine Mästung aber ausgeschlossen ist.

Aus der Stellung der Drüse im Milcherzeugungsprozeß erklärt es sich weiter, warum durch die Nahrung, wie wir noch erfahren werden, die Zusammensetzung der Milch nur innerhalb ziemlich enger Grenzen beeinflußt werden kann. Wenn, wie es höchst wahrscheinlich ist, die Stoffe, welche erst später in die Milch übergehen, größtenteils oder ganz erst zu Bestandteilen der Drüsenzellen werden müssen, so ist es ohne weiteres verständlich, daß nicht jede beliebige Art der Eiweißstoffe, der Fette, der Kohlenhydrate oder der Mineralsubstanzen in die Milch eintreten kann. Die anatomischen Elemente der organisierten Gebilde des Tierkörpers besitzen eben eine sehr gleichbleibende, wenig veränderliche Zusammensetzung. Es gelingt nicht, den Kaligehalt der Organe durch das nahe verwandte Natron, den Kalk der Knochen durch Strontium- oder Baryumverbindungen, die Eiweißstoffe des Blutes durch gleichlösliche Proteinsubstanzen anderer Art zu ersetzen, ja selbst in das an den Lebensvorgängen nicht direkt beteiligte Fettgewebe lassen sich vermittels der Nahrung körperfremde Fette nur in geringen Mengenverhältnissen zur Ablagerung bringen, und wo dies gelingt, verschwindet bei Nahrungswechsel das fremde Fett alsbald wieder. Das Mischungsverhältnis und die Art der Stoffe, welche an dem Aufbau lebhaft funktionierender Organe, wie die Milchdrüse, teilnehmen, sind außerordentlich konstant; die Drüse nimmt ihr fremde Stoffe nur in geringerem Umfange auf und stellt ihre Tätigkeit ein, wenn der Zufluß der von ihr benötigten Art des Milchbildungsmaterials unterbleibt. Belege hierzu werden sich uns in Fülle bieten, wenn wir die Wirkung der einzelnen Nährstoffe auf die Milchabsonderung besprechen werden (s. w. u. S. 569 ff.).

2. Einfluß der Nahrungsmenge auf die Milchabsonderung. — Beim Übergange von ausreichender zu mangelhafter Ernährung paßt sich die Leistung der Milchdrüse in der Regel nicht sofort der Fettmenge an, sondern bleibt je nach der Energie, mit welcher sich die Milchbildung vollzieht, namentlich

bei frischmilchenden Tieren auf einer Höhe, bei welcher zwischen den Einnahmen und Ausgaben nicht länger Gleichgewicht besteht. Ein größerer oder geringerer Teil der Milch wird hierbei aus Körpersubstanz gebildet, und der Ernährungszustand verschlechtert sich in sichtbarem Grade. Es ist dies eine Erscheinung, welche unter praktischen Verhältnissen bei frischmilchenden Tieren so oft zu beobachten ist, daß viele glauben, nach dem Kalben müßten die Kühe unter allen Umständen etwas abmagern. Ob die Überbildung der Milchdrüse, deren Ziel die Züchtung immer weiter steckt, schon soweit gediehen ist, daß die Verdauungsorgane im Einzelfalle nicht mehr soviel Material liefern können, wie die Milchdrüse zurzeit ihrer intensivsten Tätigkeit braucht, möge dahingestellt sein, Tatsache ist, daß Kühe von hoher Milchergiebigkeit in den ersten Stadien der Laktation sich oft nicht auf gutem Ernährungszustande erhalten lassen und Körpersubstanz zusetzen.

Wie weit in der Praxis der Milchviehhaltung die Milchabsonderung durch unzureichende Nahrung beeinflußt werden kann, zeigt sich deutlich in einigen Untersuchungen M. Fleischers[1]), die mit zwei frischmilchenden Kühen der Simmentaler Rasse ausgeführt worden sind. Es war hier in der I. Versuchsperiode sehr reichlich gefüttert worden, indem Kuh Nr. 1 von 555 kg Lebendgewicht 10,5 kg Kleeheu, 17,5 kg Runkelrüben und 3,5 kg Gerstenschrot erhielt. Darauf folgte in der II. Periode ein sehr ärmliches Futter, das nur aus 4 kg Kleeheu, 20 kg Runkelrüben und 5,25 kg Gerstenstroh bestand. In der III. Periode wurde dieser kargen Ration 0,5 kg Rüb-, später Leinöl beigegeben, in der IV. trat an die Stelle des Öles eine Zulage von 1 kg Bohnenschrot und in der V. Periode kehrte man zu einer sehr reichlichen Ernährung zurück, indem man neben etwas Kleeheu eine starke Gabe Grünklee und dazu noch je 1 kg Gersten- und Bohnenschrot verabreichte. Die Kuh Nr. II. erhielt nahezu dasselbe Futter wie I, nur wurden in der IV. Periode anstatt des Bohnenschrotes 2 kg gequetschte Leinsamen verfüttert. Die einzelnen Rationen enthielten pro Tag in Kilogramm:

Periode	Trockensubstanz	Rohprotein	Rohfett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfaser
Kuh Nr. I:					
I. 31. Jan. bis 14. Febr. .	12,4	2,23	0,41	6,28	2,73
II. 26. Febr. bis 30. März .	10,2	1,16	0,25	5,03	3,21
III. 3.—13. April	9,4	1,09	0,72	4,53	2,45
IV. 23. April bis 1. Mai . .	11,4	1,49	0,28	5,63	3,21
V. 31. Mai bis 17. Juni .	14,8	2,39	0,35	7,20	3,90
Kuh Nr. II:					
I. 31. Jan. bis 14. Febr. .	13,3	2,32	0,45	6,69	3,00
II. 26. Febr. bis 30. März .	10,9	1,20	0,27	5,22	3,48
III. 3.—13. April	10,2	1,13	0,74	4,76	2,92
IV. 23. April bis 1. Mai . .	12,0	1,65	0,92	5,23	3,23
V. 31. Mai bis 17. Juni .	14,9	2,39	0,35	7,22	3,91

[1]) Journal für Landw. 19. Jahrg., 1871, S. 371 und 20. Jahrg., 1872, S. 395.

Bei dieser Fütterung wurden folgende Durchschnittszahlen für die Milchabsonderung erhalten:

Periode	Lebendgewicht	Natürliche Milch: Menge kg	Natürliche Milch: Trockensubstanz %	Natürliche Milch: Protein %	Natürliche Milch: Fett %	Milch von 12% Trockensubstanz: Menge kg	Milch von 12% Trockensubstanz: Protein %	Milch von 12% Trockensubstanz: Fett %
Kuh Nr. I:								
I. Reiches Futter	555	13,35	12,31	2,80	3,46	13,70	2,73	3,37
II. Armes „	551	9,05	12,00	2,60	3,50	9,05	2,60	3,50
III. Desgl. + Öl .	548	8,85	11,84	2,50	3,40	8,75	2,54	3,44
IV. Desgleichen + Bohnenschrot	546,5	9,15	11,38	2,49	3,00	8,65	2,63	3,17
V. Reiches Futter	557	10,10	12,28	2,81	3,64	10,35	2,74	3,55
Kuh Nr. II:								
I. Reiches Futter	580	11,75	13,26	3,25	3,92	13,00	2,94	3,55
II. Armes „	578	8,30	12,62	2,85	3,80	8,75	2,70	3,61
III. Desgl. + Öl .	559	8,05	12,16	2,62	3,55	8,20	2,59	3,50
IV. „ + Leinsamen . . .	572,5	8,85	12,15	2,66	3,37	9,00	2,63	3,33
V. Reiches Futter	575	9,40	12,51	3,00	3,64	9,80	2,87	3,50

Die Verringerung des Milchertrages, welche sich hier als Folge schlechter Ernährung zu erkennen gibt, und die Hebung der Produktion durch kräftigeres Futter werden durch die obigen Zahlen deutlich vor Augen geführt. Vollkommen klar werden diese Veränderungen jedoch erst, wenn man berechnet, wieviel Milch gleichen Trockensubstanzgehaltes (12%) ermolken worden wäre, wenn man die reichliche Fütterung der I. und V. Periode beibehalten hätte. Unter Berücksichtigung der natürlichen Abnahme der Milch im Laufe des Versuchs hätte unter der oben gemachten Voraussetzung ermolken werden sollen (in kg):

	in Periode I	II	III	IV	V
Kuh I:					
Berechneter Ertrag	13,70	12,70	12,05	11,50	10,35
Beobachteter „	13,70	9,05	8,75	8,65	10,35
Differenz	—	—3,65	—3,30	—2,85	—
Kuh II:					
Berechneter Ertrag	13,00	12,10	11,35	10,80	9,80
Beobachteter „	13,00	8,75	8,20	9,00	9,80
Differenz	—	—3,35	—3,15	—1,80	—

Infolge der ärmlichen Ernährung erlitt die Milchabsonderung hiernach eine bedeutende Einbuße, die im einzelnen nahezu 30% des berechneten Ertrages erreichte und auch durch die Beigabe von Öl (III. Periode) nicht aufgehalten wurde; erst durch die Zufütterung von Bohnenschrot bezw. Leinsamen (IV. Periode) wurde dieser rapiden Abnahme Einhalt geboten. Mit dieser Verringerung des Milch-

ertrages steht, wie die obigen Zahlen beweisen, der Ernährungszustand der Kühe, dessen Verschlechterung in den Perioden II, III, bezw. IV schon aus der Lebendgewichtszunahme zu ersehen ist, in unverkennbarem Zusammenhange. — Was die Veränderungen in der Qualität der Milch betrifft, so tritt als Folge der schlechteren Ernährung eine Zunahme des Wassergehaltes der natürlichen Milch und eine damit verbundene Abnahme des Protein- und Fettgehaltes deutlich hervor. Weiter zeigt sich in der Zusammensetzung der Milch von 12% Trockensubstanz, daß die ärmliche Fütterung auch das gegenseitige Verhältnis der festen Milchbestandteile nicht unberührt läßt; es sinkt mit dem gesamten Milchertrage auch der Prozentgehalt der Milchtrockensubstanz an Protein und Fett. Erst mit der Rückkehr zur reichlichen Fütterung (Periode V, bezw. IV) hört die Abnahme des Proteins und Fettes in der auf gleichen Wassergehalt berechneten Milch wieder auf.

Ganz ähnliche Erscheinungen, wie sie sich hier innerhalb einer einzigen, mit denselben Tieren bei wechselnder Fütterung ausgeführten Versuchsreihe einstellten, treten in einer größeren Zahl ausgezeichneter Untersuchungen hervor, welche von G. Kühn[1]) in den Jahren 1867—74 ausgeführt worden sind. Die Beobachtungen des genannten Forschers erstrecken sich auf 13 verschiedene Tiere, von denen jedes in mehreren aufeinander folgenden Perioden verschieden gefüttert worden war und je nach der mehr oder weniger reichlichen Ernährung größere oder geringere Änderungen des Lebendgewichts erfahren hatte. Zu Anfang und am Schluß einer jeden Versuchsreihe war stets in je einer Periode das gleiche Futter gereicht worden. In den Schlußperioden, in denen die reichlichere oder unzureichende vorausgegangene Ernährung in dem veränderten Lebendgewicht zum Ausdruck kommt, war nun dieses Gewicht, die Milchmenge, der prozentische Trockensubstanz- und Fettgehalt um folgende Beträge höher (+) oder niedriger (—) als in der Anfangsperiode:

Lebendgewicht kg	Milch von 12% Trockensubstanz pro Tag g	In der natürlichen Milch Trockensubstanz %	In der natürlichen Milch Fett %
+31,9	+ 8,0	+0,85	+0,38
+20,0	+ 2,0	+0,64	+0,28
+19,7	— 3,7	+0,46	+0,21
+ 5,6	—14,4	+0,51	+0,21
+ 3,8	—13,2	+0,33	+0,14
+ 3,5	—18,8	—0,49	—0,40
+ 3,5	—10,0	+0,47	—0,04
+ 0,8	—19,5	—0,07	—0,04
— 0,1	—21,5	—0,10	—0,09
— 8,4	—15,3	—0,39	—0,35
— 8,4	— 8,4	—0,09	—0,05
— 9,1	— 7,2	+0,07	+0,10
—16,1	—26,7	+0,26	+0,13

[1]) Journal für Landw. 23. Jahrg., 1875, S. 513.

Die höchste Leistungsfähigkeit bleibt, wie aus diesen Zahlen zu schließen ist, der Milchdrüse nur dann erhalten, wenn der Zufluß an Material, das für einen hohen Milchertrag benötigt wird, keine längere Unterbrechung erleidet. Wird das Tier mangelhaft ernährt, so geht, wie schon angegeben, der Milchertrag rasch zurück, denn wenn schon in der ersten Zeit der kargen Nährstoffzufuhr der Körper das Bildungsmaterial für die Milch hergibt, so erschöpft sich dieses Reservoir doch täglich mehr und mehr. Die Folge davon ist, daß die Fähigkeit der Drüse, Nahrung in Milch umzusetzen, nach und nach zurückgeht. Ist ein solcher Schwund aber erst eingetreten und durch längeres Bestehenbleiben befestigt, dann vermag die Rückkehr zur reichlichsten Fütterung das frühere Leistungsvermögen der Drüse nicht wieder herzustellen. Zwar gelingt es durch kräftige Ernährung den gesunkenen Ertrag wieder etwas zu heben, aber die frühere Höhe wird nicht wieder erreicht. Die Rückbildung und Schwächung, welche die Drüse im Laufe der Laktationsdauer an sich schon erleidet, wird hiernach durch ungenügendes Futter beschleunigt; ausreichende Ernährung hemmt dagegen die natürliche Abnahme des Milchertrages, und kann, wie aus der Zusammenstellung hervorgeht, in einzelnen Fällen bei gut veranlagten Tieren sogar eine kleine Zunahme herbeiführen. Wichtig ist daher vor allem, den Tieren in den ersten Monaten nach dem Kalben ausreichende Nahrung zuzuführen; denn nur auf diese Weise wird auch für die spätere Zeit der Laktation die volle Leistungsfähigkeit des milchbildenden Organs gesichert.

Was nun weiter die Änderungen in der Zusammensetzung betrifft, welche die Milch infolge reichlicherer Ernährung und Verbesserung des Körperzustandes erfährt, so ist zunächst daran zu erinnern, daß schon das Vorschreiten der Laktation den prozentischen Gehalt der Milch an Trockensubstanz und Fett beeinflußt und die Wirkung der besseren oder schlechteren Ernährung nicht ohne weiteres rein hervortreten läßt. Behält man diese Tatsache im Auge, so läßt sich aus obigen Zahlen doch erkennen, daß steigendes Körpergewicht bezw. reichliche Nahrung in derselben Richtung wie die Laktationsdauer wirkt und den Trockensubstanz- und Fettgehalt erhöht, geringere, mit einem Sinken des Körpergewichts verbundene Nahrungszufuhr aber in entgegengesetzter Richtung wirkt. In mittleren Fällen, wo die Körpergewichtsveränderungen gering waren, trat die Konzentrationserhöhung, die von der Laktationsdauer abhängt, klar hervor; an dem einen Extrem, bei stärkster Lebendgewichtszunahme, wird neben der Wirkung der Laktationsdauer der Einfluß des verbesserten Körperzustandes in einer besonders starken Erhöhung der Konzentration der Milch deutlich wahrnehmbar, während am anderen Extrem die Wirkung des sinkenden Körpergewichts den Einfluß der Laktationsdauer mehr oder weniger vollständig aufhebt. Mit anderen Worten, könnte man die Änderungen in der Zusammensetzung der Milch, welche mit der Laktationsdauer verbunden sind, auf irgend eine Weise ausschalten, so würde eine Nahrungsmenge, welche das Lebendgewicht erhöht, den Trockensubstanz- und Fettgehalt der Milch steigern, eine zu geringe Nahrungszufuhr aber, welche das Lebendgewicht vermindert, die umgekehrte Wirkung unverdeckt erkennen lassen.

Einige Untersuchungen über die Wirkung verschieden großer Zulagen gleicher Futterstoffe zu unverändertem Grundfutter sind von G. Kühn[1]) mit Kühen von verschiedener Milchergiebigkeit und mit nachstehenden Ergebnissen durchgeführt worden.

Kuh Nr.	Zulage zum Grundfutter pro Tag und Kopf	Milch von 12 % Trockensubstanz: berechnet für bloßes Grundfutter kg	wirklich beobachtet kg	Mehrertrag kg
I	Ohne Zulage	—	11,77	—
„	1,5 kg Bohnenschrot . . .	11,21	12,13	0,92
„	3,0 „ „ . . .	10,65	13,05	2,40
IV	Ohne Zulage	—	7,45	—
„	1,5 kg Bohnenschrot . . .	7,15	7,68	0,53
„	3,0 „ „	6,85	7,86	1,01
VI	Ohne Zulage	—	11,90	—
„	1,0 kg Malzkeime	11,31	12,15	0,84
„	2,0 „ „	10,62	11,93	1,31
VIII	Ohne Zulage	—	5,48	—
„	1,0 kg Malzkeime	5,31	5,61	0,30
„	2,0 „ „	5,12	5,52	0,40

Eine Erhöhung der Nahrungszufuhr kann selbstverständlich nur dann von einer Steigerung der Milchproduktion begleitet sein, wenn das Grundfutter niedrig genug bemessen ist, um den Bedarf der Milchdrüse nicht schon ohne Zulage vollständig zu befriedigen. In den vorliegenden Untersuchungen war nun das im einzelnen verabreichte Grundfutter nicht reich, sondern stellte ein nur schwaches Produktionsfutter dar. Deshalb kam nicht bloß die einfache Zulage zur Wirkung, sondern die Verdoppelung derselben war imstande, den Milchertrag noch weiter zu steigern. Bei den beiden ersten Kühen, die das schwächste Grundfutter erhalten hatten, bestand für die Produktionssteigerung der verhältnismäßig weiteste Spielraum, und hier brachte die doppelte Zulage auch annähernd den doppelten Mehrertrag, während bei den etwas reichlicher gefütterten Kühen VI und VIII die stärkere Zulage in geringerem Umfange ertragserhöhend wirkte. Diese Erscheinung ist nicht unwichtig, sie läßt erkennen, daß bei Untersuchungen über den Einfluß einzelner Futtermittel auf die Milchabsonderung man von einem Grundfutter ausgehen muß, das den Zulagen noch die Entfaltung ihrer vollen Wirksamkeit ermöglicht. Dieser Spielraum ist, wie schon früher angedeutet und wie durch die G. Kühnschen Versuche mit Zahlen belegt wird, um so größer, je höher der Milchertrag; es zeigt sich in der obigen Zusammenstellung, daß die Kühe Nr. I und VI mit 11,77 bezw. 11,90 kg Milch, nach der Zulage von 1,5 kg

[1]) Journal für Landw. 24. Jahrg., 1876, S. 189.

Bohnenschrot bezw. 1 kg Malzkeime täglich 0,92 bezw. 0,84 kg mehr Milch gaben; bei den Kühen VI und VIII, die anfangs nur 7,45 bezw. 5,48 kg lieferten, betrug die Steigerung durch dieselbe Art und Menge der Zulage dagegen nur 0,53 bezw. 0,30 kg. Die Erhöhung, welche die Milchproduktion durch ein und dieselbe Futterzugabe erfährt, ist selbst unter annähernd gleichen Ernährungsverhältnissen sehr verschieden; je milchergiebiger das Tier, um so größer ist im allgemeinen die Mehrproduktion. Auch dieser Satz, der mit einer Fülle von Beweisen belegt werden kann, verdient in der Praxis, wie bei der Anstellung von Versuchen, vollste Berücksichtigung. Die volle Wirkung eines Futtermittels oder einer Ration tritt eben nur bei solchen Tieren hervor, deren Milchdrüse hinreichend empfänglich für den Anreiz ist, der in einer qualitativen oder quantitativen Änderung des Futters liegt.

Wenn man, von einer knappen Ration ausgehend, das Futter durch geeignete Zulagen allmählich erhöht und den Milchertrag hierbei beobachtet, so findet man, wie die G. Kühnschen Versuche illustrieren, daß anfänglich die Milchabsonderung annähernd proportional den Zulagen wächst, daß aber je nach der Milchergiebigkeit der Tiere etwas früher oder später, ein Futterquantum erreicht ist, mit welchen die Milchproduktion nicht mehr gleichen Schritt hält, und daß schließlich bei noch weiterer Futtervermehrung der Milchertrag nicht mehr zunimmt. Erscheinungen dieser Art treten selbstverständlich nur dann rein hervor, wenn die zum Versuch benützte Nährstoffmischung den Anforderungen des milchproduzierenden Tieres voll entspricht (s. w. u.), und dabei außerdem der in den einzelnen Versuchsabschnitten ermolkene Ertrag auf gleichen Gehalt (12 %) an Trockensubstanz umgerechnet und die natürliche, dem Vorschreiten der Laktation entsprechende Ertragsänderung mit berücksichtigt wird. Es zeigt sich dann, daß von einem bestimmten Punkte des Ertrages an, jede weitere Steigerung der Produktion eines immer höheren Futteraufwandes bedarf, indem ein stetig ansteigender Teil der Nährstoffe alsdann nicht mehr zur Milchbildung, sondern zur Produktion von Körpersubstanz, hauptsächlich von Fett, verwandt wird. Die höchst erreichbare Milchleistung ist demzufolge stets mit einer Verbesserung des Ernährungszustandes verbunden. Sind die Tiere trächtig geworden, so hat die Leibesfrucht bei der Verwendung der aufgenommenen Nährstoffe den Vorrang, und es bleibt dann für die Milcherzeugung bezw. Vermehrung der Körpersubstanz von dem produktiven Teil der Nahrung nur das übrig, was vom Fötus nicht benötigt wird.

Bis zu welcher Höhe der Milchertrag durch Futtervermehrung überhaupt gesteigert werden kann, läßt sich im einzelnen Falle von vornherein nicht angeben, sondern muß durch direkte Beobachtung festgestellt werden. Unter praktischen Verhältnissen kann man dabei freilich nicht soweit gehen, daß man den ganzen Betrieb in eine Reihe von Einzelversuchen auflöst, immerhin läßt sich durch regelmäßiges Probemelken und durch die Bestimmung des Fettgehaltes der einzelnen Kühe auf nicht sehr kostspieligem Wege vieles erkennen, was der Futterzumessung nach Maßgabe der individuellen Leistung der Tiere zur Grundlage dienen kann. Ernährt man die milchergiebigeren Tiere reichlicher, so gelingt es bei einiger-

maßen zutreffender Feststellung der Einzelerträge sehr bald, die wirtschaftlich zweckmäßigen Futtergaben zu ermitteln.

3. Die Wirkung der Eiweißzufuhr auf die Milchproduktion. — Die ersten Untersuchungen, welche die Beziehungen der Nahrungszufuhr zur Milchproduktion zum Gegenstande hatten und hinsichtlich der Sorgfalt ihrer Durchführung allen berechtigten Anforderungen entsprechen, verdanken wir der Tätigkeit G. Kühns. Unter den vielen Fragen, welche der genannte Forscher ihrer Lösung entgegenführte, befindet sich auch eine Anzahl solcher, welche sich mit dem Einfluß der einzelnen Nährstoffe befassen, und diese sind es, welche uns an vorliegender Stelle zunächst zu beschäftigen haben. In der ersten Versuchsreihe der bezeichneten Art, welche in Gemeinschaft mit M. Fleischer schon im Winter 1867/68 ausgeführt worden ist,[1]) waren zwei Kühe, eine Allgäuer und eine Voigtländer von gleichem, ca. 400 kg betragenden Lebendgewicht aufgestellt und in einer Anfangs- und Schlußperiode mit je 10 kg Wiesenheu pro Tag und Stück ernährt worden. Dieses schwache Grundfutter war gewählt, um die Wirkung der Zulagen, welche in den übrigen Versuchsabschnitten verabreicht wurden, mit möglichster Schärfe und in vollem Umfange hervortreten zu lassen. Die nähere Anlage der Versuche geht aus nachstehender Anordnung der einzelnen Perioden hervor.

Periode	Kuh I	Kuh II
I.	Grundfutter	Grundfutter
II.	desgl. + Rapsmehl (entölt)	desgl. + Rüböl
III.	„ + Stärkemehl	„ + Stärkemehl
IV.	„ + Rüböl	„ + Bohnenschrot
V.	Grundfutter	Grundfutter.

Aus der Menge und der direkt ermittelten Zusammensetzung des Futters und Kotes ergab sich, wieviel in den Grundfutterperioden verdaut und um welche Beträge an verdaulichen Nährstoffen das Grundfutter durch die Zulagen verstärkt wurde:

Mehr (+) oder weniger (—) verdaut als vom Grundfutter:

Periode	Kuh I			Kuh II		
	Rohprotein	Stickstofffreie Nährstoffe ohne Fett	Fett	Rohprotein	Stickstofffreie Nährstoffe ohne Fett	Fett
	g	g	g	g	g	g
I. Grundfutter .	393	4364	181	393	4253	179
II. desgl. + . . .	+*288*	+191	— 2	— 4	—285	+*448*
III. „ + . . .	— 51	+*743*	+ 3	— 27	+*816*	—9
IV. „ + . . .	— 14	—166	+*386*	+*307*	+693	+ 28
V. Grundfutter .	393	4364	181	449	4444	205

An Milch in natürlichem Zustande war nun nach einer jeweiligen Übergangsperiode von 7—8 Tagen durchschnittlich ermolken worden in Kilogramm:

---

[1]) Landw. Versuchsstationen 12. Bd., 1869, S. 197, 351 und 406.

Periode	I	II	III	IV	V
Kuh I	7,63	7,65	6,50	6,80	5,92
„ II	7,02	7,55	6,73	6,88	5,88

Betrachtet man in der früher (S. 555) angegebenen Weise die Menge der Milch, welche gewonnen worden wäre, wenn man in allen Versuchsabschnitten nur Grundfutter verabreicht hätte, so findet man, welche Veränderungen im Ertrage durch die Zulage bewirkt worden sind. Da die natürlichen Schwankungen im Trockensubstanzgehalt der Milch jedoch das Ergebnis nicht rein hervortreten lassen, so sind im folgenden sämtliche Erträge auf den gleichen Gehalt von 12% Trockensubstanz berechnet worden.

Kuh Nr. I. Zulagen:	0	Rapsmehl	Stärkemehl	Öl	0
Beobachteter Ertrag, kg	8,15	7,81	7,15	7,05	6,08
Berechnet für bloßes Grundfutter, kg	8,15	7,60	7,14	6,65	6,08
Durch die Zulagen mehr	—	0,21	0,01	0,40	—

Kuh Nr. II. Zulagen:	0	Öl	Stärkemehl	Bohnenschrot	0
Beobachteter Ertrag, kg	8,00	8,38	7,54	8,08	6,94
Berechnet für bloßes Grundfutter, kg	8,00	7,70	7,45	7,20	6,94
Durch die Zulage mehr	—	0,68	0,09	0,88	—

Die Zulagen haben hiernach sämtlich eine mehr oder weniger starke Steigerung des Milchertrages hervorgerufen. In beiden Fällen hat die Erhöhung des Gehaltes der Rationen an Rohprotein die Milchproduktion günstig beeinflußt, indem infolge der Zugabe des Rapsmehles 0,21 und des Bohnenschrotes 0,88 kg Milch täglich mehr ermolken wurden. In der prozentischen Zusammensetzung der Milch brachten jedoch die Protein-Zulagen keine durchgreifende Änderung zuwege, indem im Durchschnitt sämtlicher Gemelke in der natürlichen Milch gefunden wurden:

	Trockensubstanz %	Fett %	Protein %	Milchzucker %
Kuh I:				
bei Grundfutter (Per. I) . . .	12,32	4,37	2,76	4,89
„ „ + Rapsmehl. .	12,25	3,86	2,89	4,59
Kuh II:				
bei Grundfutter (Per. V) . . .	14,15	4,83	3,44	5,01
„ „ + Bohnenschrot .	14,10	4,83	3,52	5,08

Auf die Wirkungen der übrigen Zahlen kommen wir später zurück.

Die hier gewonnenen Ergebnisse sind durch viele weitere Untersuchungen über die Wirkung gesteigerter Proteinmengen, sowie durch die praktische Erfahrung mit proteinreichen Rationen bestätigt worden. Als E. Wolff[1]) in einer aus Wiesenheu und Runkelrüben bestehenden Ration,[2]) Kleeheu in allmählich steigenden

[1]) Die landw.-chem. Versuchsstation Hohenheim, Berlin 1870, S. 35.

[2]) Auf 1000 kg Lebendgewicht 18,8 kg Wiesenheu und 53,5 kg Runkelrüben.

Mengen an die Stelle des Wiesenheues treten ließ und auf 1000 kg Lebendgewicht in den einzelnen Versuchsabschnitten neben ziemlich gleichen Mengen von stickstofffreien Extraktstoffen

an Rohprotein 2,29[1]) 2,89 3,51 3,79 bezw. 3,04 kg

verfütterte, da beobachtete er, daß an Milch von 12% Trockensubstanz pro Tag und Kopf mehr erhalten wurde:

— 0,19 0,40 0,40 bezw. 0,12 kg

Als dann weiter denselben Tieren — drei Holländer Kühen — zu der nunmehr aus Kleeheu und Runkelrüben bestehenden Ration noch Bohnenschrot zugefüttert und der Verzehr täglich auf 3,77 bezw. 4,09 kg Rohprotein gebracht wurde, stieg der Ertrag an Milch von 12% Trockensubstanz pro Tag und Kopf nochmals langsam an und betrug zuletzt 0,36 kg mehr, als er hätte sein müssen, wenn die ursprüngliche Ration unverändert weiter verabfolgt worden wäre. Die ziemlich reichliche Fütterung, welche bei diesen Versuchen eingehalten wurde, brachte keine spezifischen Änderungen in der Qualität der Milch hervor; es stellte sich nämlich der prozentische Gehalt der täglich ermolkenen Milch in den einzelnen Versuchsabschnitten auf folgende Werte, deren langsames Ansteigen lediglich aus dem Vorschreiten der Laktation (S. 541) erklärt werden kann:

Trockensubstanz .	11,38	11,43	11,46	11,61	11,71	11,50	11,88	11,84
Fett	2,85	2,97	2,93	2,98	3,03	2,91	3,03	3,09

Von grundlegender Bedeutung für die Frage nach der Wirkung der Proteinzufuhr auf die Milchproduktion ist ferner eine sehr ausgedehnte, auf 8 Gütern, mit im ganzen 1152 Kühen ausgeführte Versuchsreihe von N. J. Fjord und F. Friis[2]), in welcher Getreideschrot (Gerste und Hafer gemischt) und Ölkuchen (1/3 Rapskuchen, 1/3 Palmkernkuchen und 1/3 Sonnenblumensaatkuchen) in ihrer Wirkung miteinander nach dem Gruppensystem (S. 557) verglichen worden sind. Im gesamten Durchschnitt aller 8 Einzelreihen betrug der Verzehr der 463 kg schweren Tiere pro Kopf:

	Vorperiode	Hauptperiode			Nachperiode
		Gruppe A	B	C	
	kg	kg	kg	kg	kg
Getreideschrot .	1,79	*2,77*	*1,85*	*0,93*	2,32
Ölkuchen . . .	1,79	*0,93*	*1,85*	*2,77*	2,14
Runkelrüben . .	18,65	18,03	18,03	18,03	18,15
Heu	3,59	3,63	3,63	3,63	3,22
Stroh	5,90	5,72	5,91	5,79	5,34

---

[1]) Ausgangsperiode mit der in vorstehender Anmerkung genannten Ration.

[2]) 27. Beretning fra den kgl. Veterinaer- og Landbohoiskoles Lab. for landökonomiske Forsög, Kopenhagen 1892, S. 1; Le Laboratoire d'expériences agronomiques, Kopenhagen 1900, S. 12 und Zentralblatt für Agrikulturchemie 22. Jahrg., 1893, S. 604.

In diesen Rationen war an Rohnährstoffen enthalten:

	Vorperiode	Hauptperiode			Nachperiode
		Gruppe A	B	C	
	kg	kg	kg	kg	kg
Rohprotein . . .	1,22	*1,08*	*1,23*	*1,38*	1,27
Fett	0,36	0,31	0,37	0,43	0,40
Stärke	1,12	1,17	0,78	0,39	0,97
Zucker	1,19	1,12	1,12	1,12	0,52
Zellulose . . .	3,86	3,74	3,74	3,74	3,90
Andere stickstofffreie Stoffe . .	4,37	4,58	4,76	4,82	3,94

Da es sicher ist, daß die stickstofffreien Bestandteile der Ölkuchen nicht zu einem höheren Betrage zur Verdauung gelangt sein können, wie die der Getreidekörner, so muß sich das in der Hauptperiode gereichte Futter von dem der Vor- und Nachperiode im wesentlichen durch einen höheren Gehalt an verdaulichem Protein unterschieden haben. Dementsprechend werden auch die Unterschiede am Milchertrage, welche sich in der Hauptperiode einstellten, hauptsächlich auf die gesteigerten Proteingaben zurückzuführen sein. Es wurde nun durchschnittlich pro Tag und Kopf an Milch erhalten:

	Gruppe A	B	C
Vorperiode . . .	12,95 kg	12,95 kg	12,95 kg
Hauptperiode . . .	10,85 „	11,45 „	11,70 „
Nachperiode . . .	9,85 „	10,10 „	10,15 „

In der Hauptperiode zeigte sich also, daß der Ersatz eines Teiles der Ölkuchen durch das proteinärmere Getreideschrot den Milchertrag erheblich (um 0,6 kg) herabsetzte, während eine weitere Vermehrung der Ölkuchen in der Gruppe C zwar noch eine deutliche, aber keine große Steigerung des Ertrages bewirkte. Die Proteingabe war es also, welche bis zu einem gewissen, von der Leistungsfähigkeit der Milchdrüse abhängigen Umfange den Milchertrag günstig beeinflußte, und diese Wirkung war auch noch in der Nachperiode wahrzunehmen. — Für die prozentische Zusammensetzung der Milch ergaben sich im Durchschnitt aller Versuche nachstehende Zahlen:

	Vorperiode			Hauptperiode			Nachperiode		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Protein .	2,99	2,96	2,97	3,04	3,04	3,02	3,23	3,22	3,19
Fett . .	3,22	3,20	3,23	3,20	3,17	3,20	3,26	3,25	3,32
Milchzucker	4,90	4,91	4,88	4,89	4,88	4,83	4,77	4,76	4,72
Asche . .	0,76	0,74	0,75	0,77	0,76	0,77	0,77	0,77	0,76
Wasser . .	88,13	88,19	88,17	88,10	88,15	88,16	87,97	88,00	88,01

Irgend ein wesentlicher Unterschied in der prozentischen Zusammensetzung der Milch, welcher den Veränderungen des Futters zur Last gelegt werden müßte,

ist hier nicht aufzufinden; inbesondere ist davon nichts wahrzunehmen, daß die reichlichere Eiweißzufuhr während der Hauptperiode bei den Gruppen B und C etwa eine Erhöhung des Proteingehaltes der Milch herbeigeführt hätte. Die geringen Unterschiede zwischen den drei Perioden sind lediglich der Laktationsdauer zuzuschreiben.

Die vorgeführten Versuchsergebnisse und viele andere Beobachtungen[1]) lassen keinen Zweifel darüber, daß die Zufuhr verdaulicher stickstoffhaltiger Stoffe einen mächtigen Einfluß auf die Milchabsonderung ausübt. Dieser Einfluß kommt vor allem in einer Erhöhung der Milchmenge zum Ausdruck, während er die prozentische Zusammensetzung der Milch und der Milchtrockensubstanz nicht berührt.

Da ein Teil der verdauten Stickstoffsubstanz stets in bestimmter Form in der Milch ausgeschieden wird, so erscheint es von großem Interesse, zu erfahren, in welchem Verhältnis die für die Milchbildung verfügbare zu der in der Milch wirklich abgesonderten Menge dieser Stoffe steht. Bei der Betrachtung dieser Beziehungen werden wir aus Zweckmäßigkeitsgründen das verdaute Rohprotein der Nahrung dem Gehalte der Milch an Stickstoffsubstanzen gegenüberstellen und am einfachsten die Stickstoffmenge in den Einnahmen mit denen der Ausgaben der Tiere vergleichen. Um zu ermitteln, wieviel Stickstoff in einem gegebenen Falle für die Milchbildung zur Verfügung steht, hat man von dem verdauten Stickstoff den Betrag abzuziehen, der zur bloßen Lebenserhaltung des betreffenden Tieres benötigt wird und der sich nach unseren früheren Ausführungen (S. 443) bei reichlicher Zufuhr von Kohlenhydraten durchschnittlich auf 80 g (entsprechend 0,5 kg Rohprotein) für 1000 kg Lebendgewicht stellt.[2]) Die ersten Versuche nun, die zwar zu einem anderen Zweck (s. w. u.) angestellt sind, zu unseren vorliegenden Betrachtungen aber herangezogen werden können, rühren von W. H. Jordan[3]) her, der an mehrere Kühe bei reichlicher Zufuhr von stickstofffreien Nährstoffen stark wechselnde Mengen Rohprotein verfütterte und den Stickstoffgehalt aller Einnahmen und Ausgaben feststellte. Aus den Angaben des Genannten berechnet der Verfasser dieses Buches die nachstehenden Beziehungen zwischen der täglichen Zufuhr und Ausscheidung an Stickstoff:

---

[1]) S. u. a. W. H. Jordan, New-York Agr. Exp. Station, Bulletin No. 132, 1897 und No. 197, 1901; A. Morgen, Landw. Versuchsstationen 62. Bd., 1905, S. 251 und 66. Bd., 1907, S. 63; s. auch F. Friis, dieses Kapitel unter 5.

[2]) Nach den Beobachtungen des Versuchslaboratoriums zu Kopenhagen (s. S. 149) dürfte vielleicht ein noch niedrigerer Betrag (32 bezw. 40 g Stickstoff) zur Erhaltung der Kühe genügen. Setzt man diese Zahlen in die nachfolgenden Berechnungen ein, so würde in allen Fällen erheblich mehr Stickstoff für die Milchbildung verfügbar erscheinen, als tatsächlich in der ermolkenen Milch vorhanden war.

[3]) New-York Agr. Exp. Station, Bulletin No. 132, 1897 und No. 197, 1901.

	Verdaut	Im Harn	In der Milch	Im Körper angesetzt	Zur Lebenserhaltung erforderlich [1])	Für die Milch verfügbar	In der Milch in % der verfügbaren Menge
	g	g	g	g	g	g	g
Kuh Nr. 12							
I. Hohe Stickstoffzufuhr	188,6	87,0	81,5	+20,0	43,2	125,4	65
III. Niedrige „	117,1	43,7	66,6	+ 6,9	43,2	67,0	99
V. Hohe „	185,7	104,1	71,4	+10,2	43,2	132,0	54
Kuh, Grade Jersey.							
I. Höchste Stickstoffzufuhr	134,6	62,3	43,1	+29,2	32,3	73,1	59
II. Geringere „	65,5	33,4	35,6	− 3,5	32,3	36,7	97
III. Geringste „	29,5	29,1	32,2	−31,8	32,3	29,0	100
IV. Höhere „	114,6	44,6	37,2	+32,8	32,3	49,5	75

Zu dieser Berechnung ist noch zu bemerken, daß in allen den Fällen, wo ein Stickstoffansatz stattgefunden hat, der Betrag dieses Ansatzes in der für die Milchbildung verfügbaren Menge nicht eingeschlossen ist, wogegen da, wo der Körper einen Zuschuß leistete, dieser Zuschuß der verfügbaren Stickstoffmenge zugezählt worden ist.

Den eben angeführten Zahlen ist zu entnehmen, daß je nach der Höhe der Stickstoffzufuhr und der gleichzeitigen Milchleistung recht verschiedene Mengen des über den bloßen Erhaltungsbedarf hinaus gereichten Stickstoffs in die Milch übergehen können. In drei von den 7 Fällen, wo im verdauten Teile des Futters geringe Mengen Stickstoff vorhanden waren, ist die gesamte Menge des verfügbaren Stickstoffs in die Milch übergegangen und in 2 Fällen hatte der Körper von seinem Fleischbestande noch einen Zuschuß leisten müssen. — Zu ganz ähnlichen Ergebnissen über die Verwertung des Nahrungsstickstoffs zur Milchbildung gelangt man, wenn man die neuerdings von dem landwirtschaftlichen Versuchslaboratorium in Kopenhagen[2]) veröffentlichten Untersuchungen von dem vorliegenden Gesichtspunkte aus betrachtet. Auch unter den Ergebnissen dieser Versuche befinden sich solche in ziemlicher Anzahl, aus denen sich berechnen läßt, daß von dem verdauten Stickstoff alles, was nicht zur bloßen Lebenserhaltung benötigt wird, zur Milchbildung Verwendung finden kann. Im Einklang hiermit stehen ferner eine Reihe von Beobachtungen, welche der Verfasser[3]) in Gemeinschaft mit A. Köhler in den Jahren 1904—1908 angestellt hat und bei denen der gesamte Stoff- und Energie-Umsatz von 10 Kühen experimentell festgestellt worden ist. Ein Beispiel aus diesen Untersuchungen sei hier noch angeführt; es

[1]) Kuh Nr. 12 wog durchschnittlich 540, Grade Jersey 404 kg; genauere Angaben über das Gewicht in den einzelnen Perioden sind im Original nicht enthalten.

[2]) 60de Beretning fra d. Kgl. Veterinär- og Landbohöjskoles Lab. f. landök. Forsög, Kjöbenhavn 1906 (ohne Angabe des Verfassers).

[3]) Noch nicht veröffentlicht.

verteilte sich der verdaute Gesamtstickstoff bei allmählicher Verminderung der Rohproteinzufuhr in den einzelnen Versuchsabschnitten und bei reichlichen Gaben von stickstofffreien Nährstoffen[1]) auf die täglichen Ausgaben, wie folgt:

Periode	Lebendgewicht	Verdaut	Im Harn	In der Milch	Gewinn (+) oder Verlust (—) am Körper	Zur Lebenserhaltung erforderlich	Für die Milch verfügbar	In der Milch in % der verfügb. Menge
	kg	g	g	g	g	g	g	
	Kuh E.							
I	456	189	104	69	+17	36	136	51
II	440	160	91	62	+ 7	35	118	53
III	439	101	36	62	+ 3	35	63	68
IV	435	96[2])	38	57	+ 1	35	60	95
V	433	99	37	61	+ 1	35	63	97

Es wäre darnach zu schließen, daß unter Umständen, bei niedrig bemessenem Gehalt der Nahrung an Rohprotein, aber bei reichlicher Zufuhr von stickstofffreien Nährstoffen das im Überschuß über den Erhaltungsbedarf verabreichte verdauliche Rohprotein sehr vollständig in die der Milch eigentümlichen Stickstoffsubstanzen umgewandelt werden kann. Dabei hatte sich weder in den Versuchen Jordans, noch in denen des Kopenhagener Laboratoriums oder des Verfassers die prozentische Zusammensetzung der Milch geändert. In letzteren Untersuchungen z. B. stellte sich die Menge und der prozentische Gehalt der Milch im Durchschnitt der stets 13tägigen Perioden auf folgende Zahlen:

Periode	I	II	III	IV	V
Milchmenge kg . .	15,9	14,2	13,8	13,1	13,4
Prozentischer Gehalt					
an Trockensubstanz	10,92	11,10	11,35	11,79	11,69
„ Fett	2,64	2,78	2,87	3,20	3,05
„ Asche . . .	0,70	0,68	0,67	0,66	0,67
„ Stickstoff . .	0,4325	0,4367	0,4405	0,4385	0,4553

Die Perioden III, IV und V mit der niedrigsten Gabe von Rohprotein dauerten zusammen etwas über zwei Monate. Trotz der sehr haushälterischen Verwendung, zu welcher das Tier in dieser langen Zeit gezwungen war, deutet in der Zusammensetzung der dabei ermolkenen Milch nichts auf eine nachteilige Beeinflussung derselben durch die geringe Rohproteingabe, und gleiches beobachteten auch die Kopenhagener Forscher, welche von zwei sehr gleich gearteten Kühen die eine mit sehr reichlichen, die andere mit niedrigen Stickstoffgaben ver-

[1]) Die Kuh setzte in allen Versuchsabschnitten noch etwas Fett an, indem von dem Kohlenstoff der Nahrung folgende Mengen pro Tag im Körper zurückbehalten wurden. Periode I 229 g, II 94 g, III 171 g, IV 119 g und V 175 g.

[2]) Darunter 15,4 g Ammoniakstickstoff.

sahen. Alle diese Tatsachen berechtigen aber gegenwärtig noch nicht dazu, die im Anhang niedergelegten Fütterungsnormen für das Milchvieh zu ändern und die Eiweißgaben wesentlich herabzusetzen. Soweit unsere Kenntnisse reichen, genügt es zu einer stärkeren Leistung der Milchdrüse eben nicht, ihr nur soviel Eiweiß zur Verfügung zu stellen, als in der Milch abgesondert wird; hierzu müssen vielmehr die im Körper kreisenden Säfte und die Drüsenzellen mit einem gewissen Überschuß von Material für die Milchbildung sozusagen überschwemmt werden. Nur auf diesem Wege wird, wie es scheint, der Schwächung, welche die Drüse im Laufe der Laktation auf natürlichem Wege erfährt, sicher entgegengewirkt oder das bereits geschwächte, aber noch entwicklungsfähige Organ in seiner Leistungsfähigkeit wieder gehoben. Es ist eben zu beachten, wie wir bereits (S. 568) hervorgehoben haben, daß Milchmenge und Nahrung nur bis zu einem gewissen Punkte mit der Leistung gleichen Schritt halten, darüber hinaus aber jede Steigerung des Milchertrages um so größere Futterzulagen mit entsprechendem Eiweißgehalt verlangt, je mehr sich die Produktion der oberen Grenze der Leistungsfähigkeit des Tieres nähert. Bei hohen Ansprüchen an die Milchleistung bedarf mit anderen Worten das letzte Liter Milch der stärksten Futterzulage, und es ist daher unmöglich, mit nur derjenigen Stickstoffmenge auszukommen, welche in der mehr ermolkenen Milch abgesondert wird. Um zu entscheiden, wie weit man mit der Stickstoffzufuhr herabgehen kann, ohne die Leistungsfähigkeit der Kühe zu beeinträchtigen, bedarf es noch ausgedehnter, auf ganze Laktationsperioden zu erstreckender Untersuchungen.[1]) Bevor solche aber nicht vorliegen, wäre es gewagt, den oben vorgeführten Einzelbeobachtungen eine Richtschnur für die Praxis zu entnehmen.

4. Die Wirkung der nicht-eiweißartigen Stickstoffverbindungen. — Eine direkte Beteiligung der in den Futtermitteln vorkommenden Stickstoffsubstanzen nicht-eiweißartiger Natur an der Milchbildung erscheint, soweit unsere Kenntnisse reichen, von vornherein wenig wahrscheinlich, denn es ist, wie früher (S. 125) dargelegt, bis jetzt kein Fall bekannt geworden, in welchem Glieder dieser vielgestaltigen Gruppe in den tierischen Geweben selbst in Eiweiß umgewandelt worden wären. Dem Fleischfresser zugeführt, haben das Asparagin, Ammoniak und andere Stickstoffverbindungen nicht-eiweißartiger Natur sich entweder als indifferent erwiesen oder den Eiweißumsatz erhöht. Beim Wiederkäuer dagegen sind positive Wirkungen hervorgetreten, indem einige der in Rede stehenden Stoffe die bei stickstoffarmer Nahrung auftretende Verdauungsdepression etwas (S. 57) eingeschränkt und bei kohlenhydratreichem, aber eiweißarmem Futter den Eiweißansatz erhöht haben. Beide Wirkungen, die, wie bereits auseinandergesetzt (S. 125 und 129), sehr wahrscheinlich mit den Lebensäußerungen der Bakterien im Futterbrei zusammenhängen und auf indirektem Wege zustande kommen,

---

[1]) Bei einer Kuh z. B., welche 12,2 kg Milch gab und sich im Stickstoffgleichgewicht befand, stieg bei den Untersuchungen des Verfassers die Milchmenge auf 14,7 kg, als der Ration eine reichliche Menge Stickstoffsubstanz zugelegt wurde.

werden sich selbstverständlich auch beim milchgebenden Wiederkäuer zeigen, wenn die Bedingungen dazu (kohlenhydratreiches, aber eiweißarmes Futter) gegeben sind; denn was zur Fleischbildung beiträgt, muß auch die Bildung der Milcheiweißstoffe begünstigen. Es frägt sich nur, ob diese indirekten Wirkungen bei der Milchproduktion einen praktisch bedeutungsvollen Umfang annehmen können und ob die in den natürlichen Futtermitteln vorkommenden Stoffe der genannten Art unterschiedslos solche Wirkungen zu ermitteln imstande sind. Die erstere Frage wird man auf Grund der Erfahrungen, welche der Verfasser mit wachsenden Tieren (Lämmern) gemacht hat (S. 128), zu bejahen geneigt sein, da sich gezeigt hatte, daß z. B. durch Zulage von Asparagin und Ammoniumacetat zu einem an stickstofffreien Nährstoffen reichen, eiweißarmen Futter der Eiweißansatz pro 1000 kg Lebendgewicht um ca. 300 g, also fast um soviel gesteigert werden kann, wie in 10 kg Kuhmilch an Eiweiß enthalten ist.

Die ersten Untersuchungen über vorliegende Fragen rühren von H. Weiske[1]) her, der einer frischmilchenden Ziege als Grundfutter täglich 1000 g Wiesenheu und dazu verschiedene Zulagen verabreichte. In der I., III. und V. Periode wurden 400 g Kleie, in der II. an Stelle der Kleie ein Gemisch von 50 g Asparagin, 200 g Stärkemehl, 31 g Zucker und 17 g Öl und in der IV. Periode dasselbe Gemisch, jedoch unter Entzug des Asparagins dem Grundfutter zugegeben. Mancherlei Umstände, worunter namentlich ein starker Abfall der Stalltemperatur[2]) an einigen Tagen der Asparaginperiode, beeinträchtigen zwar die Zuverlässigkeit dieser Untersuchungen, indessen läßt sich denselben doch einiges über die Asparaginwirkung entnehmen. Vor allem zeigte sich, daß die Futterveränderungen einen großen Einfluß auf die Absonderung an Milchtrockensubstanz ausgeübt hatten. Während nämlich in der I. Periode mit Kleie in den letzten 4 Tagen 185 g Trockensubstanz in der Milch vorhanden waren, fiel dieser Betrag in der 14tägigen Asparaginperiode, in der das Kleieneiweiß durch Asparagin ersetzt war, bis auf 165 in den letzten 4 Tagen dieses Versuchsabschnittes, um in der III. Periode (Kleie) zunächst noch weiter zu sinken und darauf, nach 14 Tagen, wieder auf 179 g zu steigen; in der IV. Periode mit dem stickstofffreien Gemisch fiel die Trockensubstanzmenge in der Milch der letzten 4 von 14 Versuchstagen auf 147 g, worauf nach Wiedereinführung der Kleienration an den letzten 4 Tagen der 14tägigen Schlußperiode (V) die Milchtrockensubstanz den Betrag von 167 g erreichte. Wir sehen also, daß infolge des Ersatzes des Kleieneiweißes durch Asparagin in der II. Periode eine Abnahme der ermolkenen Trockensubstanz um 20 g, nach Einführung des stickstofffreien Gemisches an die Stelle der Kleie in der IV. Periode in gleichem Zeitraum eine Abnahme um 32 g eingetreten ist. Das Asparagin hat demnach das Kleieneiweiß nicht voll zu vertreten vermocht, indessen war im Vergleich zu der stickstofffreien Zulage immerhin ein günstiger Einfluß des Asparagins zu erkennen.

[1]) Zeitschrift f. Biologie 17. Bd., 1881, S. 460.
[2]) O. Kellner, ebenda 39. Bd., 1900, S. 318.

Weitere Untersuchungen über den Einfluß des Asparagins auf die Milcherzeugung sind von Th. Pfeiffer[1]) mit Ziegen ausgeführt worden.

In der I. Reihe wurden 3 Tiere benützt, welche während der ganzen Dauer der Versuche täglich auf 1000 kg Lebendgewicht 4,73 kg stickstoffhaltige Nährstoffe, 0,88 kg Fett und 26,42 kg stickstofffreie Extraktstoffe + Rohfaser in verdaulicher Form erhielten. Ein Teil dieses Futters bestand aus Aleuronat, welches 81 % Eiweiß enthielt und von dem in der 2. (mittleren) Periode 60 g durch eine im Stickstoffgehalt gleiche Menge (45 g) Asparagin + 39 g Rohrzucker ersetzt wurde. In der 3. Periode war die gleiche Ration (mit Aleuronat) verfüttert worden wie in der ersten.

Die II. Versuchsreihe, mit ebenfalls 3 Ziegen, umfaßte 4 Perioden, in deren erster und letzter gleiches Futter mit 3,75 kg stickstoffhaltigen Nährstoffen, 0,62 kg Fett und 20,00 kg stickstofffreien Extraktstoffen + Rohfaser auf 1000 kg Lebendgewicht zum täglichen Verzehr gelangten. Auch hier wurde in der 2. Periode 60 g Aleuronat durch 45 g Asparagin und 39 g Rohrzucker ersetzt, in der 3. Periode aber das Asparagin ohne Ersatz aus der Ration weggelassen.

In der III. Versuchsreihe mit der gleichen Zahl von 3 Tieren war ein Grundfutter von demselben Nährstoffgehalt, wie in der ersten und 3. Periode der I. Reihe verabfolgt worden, doch wurden hier in der 2. Periode pro Tag und Kopf 45 g Asparagin, in der 3. Periode 58 g Aleuronat, mit in beiden Fällen gleichen Stickstoffmengen, dem Grundfutter zugelegt. In der 1. und 4. Periode erhielten die Tiere nur Grundfutter.

Korrigiert man nun die für die Milchproduktion erhaltenen Zahlen unter Berücksichtigung der natürlichen Abnahme der Milch infolge der vorschreitenden Laktation, so ergeben sich für die 3 Tiere jeder Versuchsreihe zusammen folgende Durchschnittserträge:

	Milchmenge g	Trockensubstanz g	Rohprotein g	Fett g
I. Versuchsreihe:				
1. u. 3. Periode, Grundfutter	6552	754,2	195,1	207,6
2. „ Asparagin	6797	752,2	191,8	195,9
Durch Asparagin mehr (+) od. weniger (—)	+245	—2,0	—3,3	—11,7
II. Versuchsreihe:				
1. u. 4. Periode mit Aleuronat	4999	571,9	145,2	153,4
2. „ „ Asparagin + Zucker .	4980	544,9	140,2	140,6
3. „ ohne Aleuronat . . .	4502	517,2	121,9	149,9
Mehr (+) oder weniger (—) 2. Periode	—19	—27,0	—5,0	—12,8
3. „	—497	—54,7	—23,3	—3,5

[1]) Mitteilungen der landw. Institute der Univ. Breslau 3. Bd., Heft 2, 1905, S. 179 und Heft 5, 1906, S. 747.

	Milchmenge g	Trockensubstanz g	Rohprotein g	Fett g
III. Versuchsreihe:[1]				
1. u. 4. Periode, Grundfutter	3603	440,1	—	133,0
2. „ Zulage von Asparagin	4403	506,7	—	139,9
3. „ „ „ Aleuronat	4343	508,4	—	144,4
Mehr (+) od. weniger (—). Per. 2 Asparagin	+800	+66,6	—	+6,9
„ 3 Aleuronat	+740	+68,3	—	+11,4

Bei einer Betrachtung dieser Zahlen finden wir, daß die Ergebnisse der I. und III. Versuchsreihe untereinander in naher Übereinstimmung stehen. In beiden Fällen sehen wir, daß gegenüber dem im Aleuronat verfütterten Eiweiß das Asparagin die Milchmenge mehr oder weniger erhöht, die Trockensubstanzmenge nicht wesentlich verändert, den Ertrag an Milchfett aber ungünstig beeinflußt hat. Es wurde hier während der Asparaginfütterung eine wasserreichere und erheblich fettärmere Milch ermolken als bei Verabreichung von Aleuronat; in der I. Versuchsreihe betrug nämlich der Trockensubstanzgehalt der Milch im Durchschnitt der 3 Tiere bei Asparaginfütterung nur 11,07 gegen 11,66 bezw. 11,48% bei Grundfutter, und der Fettgehalt nur 2,81 gegen 3,12 bezw. 3,14%; in der III. Reihe wurde in der Milch bei Grundfutter 12,21% Trockensubstanz und 3,69% Fett, nach der Asparaginzulage jedoch nur 11,51% Trockensubstanz und 3,18% Fett gefunden, und ähnliches stellte sich auch in der II. Reihe heraus, in der bei Grundfutter 11,44% Trockensubstanz und 3,07% Fett, nach der Asparaginfütterung jedoch nur 10,79% Trockensubstanz und 2,73% Fett in der Milch vorhanden waren. Im Hinblick auf den absoluten Fettertrag war das Eiweiß (Aleuronat) dem Asparagin in allen 3 Versuchsreihen sichtlich überlegen, in der II. Reihe auch in Hinsicht auf die Menge der ermolkenen Trockensubstanz. Im allgemeinen lehren diese Versuche in Übereinstimmung mit denen Weiskes (S. 577), daß dem Asparagin beim milchgebenden Wiederkäuer eine gewisse Wirkung zugeschrieben werden muß, die zwar nicht derjenigen des Eiweißes gleichkommt, aber doch deutlich wahrzunehmen ist. Da die Versuchstiere während der Asparaginfütterung jedoch eine auffällige Verminderung ihres Gewichtes erlitten, so ist Pfeiffer der Ansicht, das Asparagin habe auf dem Wege einer Reizwirkung Körpersubstanz für die Milchproduktion verfügbar gemacht.

Um die Frage zu beantworten, ob der teilweise Ersatz des Nahrungseiweißes durch nicht-eiweißartige Stickstoffverbindungen die Milchbildung beeinflußt und in welchem Verhältnis dies geschieht, darf man selbstverständlich die Versuchstiere nicht mit soviel Eiweiß versehen, daß auch nach der Einführung der genannten Stickstoffverbindungen in das Futter noch immer eine Eiweißmenge verzehrt wird, die für die bestehende Milchbildung genügt. Untersuchungen über

[1]) In dieser Reihe war ein Tier infolge Insektenstiches an Euterentzündung erkrankt; zu den obigen Berechnungen sind daher nur 2 Tiere herangezogen worden.

diese Frage müssen vielmehr so eingerichtet werden, daß man von einer Eiweißzufuhr ausgeht, die den Bedarf des Tieres für die Milcherzeugung und die Lebensäußerungen gerade noch deckt oder, besser noch, etwas niedriger liegt. Bei solcher Ernährung muß jedweder Ersatz des Nahrungseiweißes durch andere Stoffe sich sofort in der Milchproduktion bemerkbar machen, sofern die Ersatzstoffe sich überhaupt anders verhalten wie das Nahrungseiweiß.

Von solchen Gedanken ausgehend hat der Verfasser im Jahre 1906 in Gemeinschaft mit A. Köhler einige Untersuchungen mit Kühen über die Wirkung von Ammoniakverbindungen als Ersatz für verdauliches Eiweiß ausgeführt.[1]) Nachdem durch allmähliche Verminderung des verdaulichen Rohproteins der Punkt erreicht war, bei welchem der über den Erhaltungsbedarf hinaus verfügbare Stickstoff vollständig in der Milch ausgeschieden wurde, ersetzte man einen Teil des bis dahin verabreichten verdaulichen Eiweißes durch eine im Stickstoffgehalt gleiche Menge Ammonium-Acetat und soviel Stärkemehl, daß der Stärkewert der Ration nicht geändert wurde. Der Stärkewert des Futters war dabei so bemessen, daß nicht bloß der Bedarf für die Erhaltung des Tieres und die Milcherzeugung gedeckt, sondern noch ein geringer Fettansatz gesichert war. Bei dieser Ernährungsweise mußte sich der Ersatz des verdaulichen Eiweißes durch das Ammonium-Acetat unbedingt in der Menge oder Zusammensetzung der Milch zu erkennen geben.

Aus einer Anzahl solcher Untersuchungen seien hier als Beispiel zwei Versuchsabschnitte vorgeführt, in deren einem (Periode VII) Kleber verfüttert worden war, während in dem anderen (Periode VI) das Klebereiweiß in der angegebenen Weise durch essigsaures Ammon (26,91 g Stickstoff) und Stärkemehl vertreten war. Die täglichen Stickstoffeinnahmen und Ausgaben stellten sich dabei auf folgende Werte:

	Periode VI mit Ammoniak	Periode VII mit Kleber
Im Futter	179,9 g	180,2 g
Im Kot	95,6 „	91,7 „
Verdaut (Differenz)	84,3 g	88,5 g
Im Harn	32,9 „	30,9 „
In der Milch	53,4 „	55,8 „
Verlust (—) oder Gewinn (+) am Körper	—2,0 g	+1,8 g

Die Kuh befand sich hiernach in den beiden Perioden nahezu im Stickstoffgleichgewicht und hatte, wie durch Respirationsversuche nachgewiesen wurde, noch Fett am Körper angesetzt. Der Ersatz des Eiweißes durch Ammoniak + Stärkemehl hatte innerhalb der hier eingehaltenen Mengenverhältnisse, wie aus den vorstehenden Zahlen ersichtlich ist, an der Milchbildung nur wenig, und wie weitere Untersuchungen zeigten, auch an der Zusammensetzung der ermolkenen Milch fast nichts geändert. Ob aber das Ammoniak direkt oder indirekt an der Erzeugung

[1]) Fühlings landw. Zeitung 56. Bd., 1907, S. 589.

des Milcheiweißes beteiligt gewesen ist, läßt sich aus obigen Zahlen noch nicht erkennen. Hierüber könnte man Aufschluß erst aus der näheren Feststellung des dem Tiere zur Verfügung stehenden wirklichen Eiweißes erwarten. Rechnet man den gesamten Kotstickstoff auf unverdautes bezw. im Stoffwechsel verändertes Eiweiß, so erhält man für die Einnahmen und Ausgaben an Eiweißstickstoff folgende Zahlen:

	Periode VI Ammoniak	Periode VII Eiweiß
Im Futter	117,8 g	145,5 g
Im Kot	95,6 „	91,7 „
Verdaut	22,2 g	53,8 g
Ansatz (+) oder Verlust (—) am Körper	—2,0 „	+1,9 „
Für Milch und Erhaltung verfügbar	24,2 „	51,9 „
In der Milch	53,4 „	55,8 „

Hiernach würden bei der Ammoniakfütterung 29,2 g Eiweißstickstoff zur Milchbildung gefehlt haben; auch bei der Eiweißfütterung ergibt sich noch ein kleiner Fehlbetrag von 3,9 g Eiweißstickstoff. Rechnet man von dem Kotstickstoff selbst noch den Teil ab, der darin in Form nicht-eiweißartiger Verbindungen enthalten war und in Periode VI 8,2 g, in Periode VII 9,6 g betrug, so würden in der Periode VI immer noch 20,6 g Eiweißstickstoff allein zur Milchbildung gefehlt haben, während in der Periode VII noch etwas mehr verdauliches Eiweiß im Futter vorhanden als zur Milcherzeugung erforderlich gewesen wäre. Wenn man also die Menge des verdauten Eiweißes einfach aus der Differenz zwischen Futter- und Koteiweiß berechnet und dieses Verfahren als richtig anerkennt, so würde man aus den Ergebnissen des vorgeführten Versuchs auf eine nicht unbeträchtliche Umwandlung des gefütterten Ammoniaks in Milcheiweiß zu schließen haben. Einer solchen Schlußfolgerung könnte entgegengehalten werden, daß unter den stickstoffhaltigen Bestandteilen des Kotes, die man bei obiger Rechnung als Eiweiß betrachtet hat, sich ein nicht unbedeutender Teil vorfindet, der nicht vom Nahrungseiweiß abzustammen braucht, sondern aus dem mitverfütterten Ammoniak entstanden sein kann, denn die Differenz zwischen der Menge des Nahrungs- und des Koteiweißes ist kein genaues Maß für die verdaute Eiweißmenge, die in Wirklichkeit unzweifelhaft größer ist, als dieser Differenz entspricht. In dem vorliegenden Versuche würde die Menge des Stickstoffs in Form sämtlicher Stoffwechselprodukte täglich in beiden Perioden nach anderweitigen Ermittelungen ca. 30—40 g betragen haben müssen. Der Kuh würden darnach in der VI. Periode bei Ammoniakfütterung nicht bloß 22,2, sondern 50—60 g Eiweißstickstoff für die Erhaltung und Milcherzeugung zur Verfügung gestanden haben und der Bedarf für Erhaltung und Milchproduktion vollständig gedeckt gewesen sein. Eine Umwandlung des verfütterten Ammoniaks in Milcheiweiß ist daher durch diesen Versuch — streng genommen — nicht erwiesen.

Dieser Nachweis ist auch in den folgenden Untersuchungen dänischer Forscher mit Kühen nicht gelungen. Im Versuchslaboratorium zu Kopenhagen, woselbst man eine interessante Versuchsreihe über das Eiweißminimum im Futter der

Milchkühe ausführte,[1]) hat man u. a. auch in einigen Fällen weniger verdauliches Eiweiß gefüttert, als für die Milcherzeugung notwendig war, dafür aber größere Mengen nicht-eiweißartige Stickstoffverbindungen zum Verzehr gebracht. In 6 Perioden mit 2 Kühen hatte man dabei folgendes für den Tagesdurchschnitt in Gramm ermittelt:

Kuh	Periode	Zur Milchbildung fehlten an Eiweißstickstoff	Stickstoffzuschuß vom Körper	Verdaut Stickstoff in nicht-eiweißartigen Stoffen	Stickstoff im Harn
68	3	8	16	26	34
„	4	26	26	32	32
„	5	28	23	35	30
„	6	6	4	34	32
125	4	14	17	37	40
„	5	14	12	39	37
	Durchschnitt	16	16	34	34

Was hiernach zur Milchbildung noch fehlte, wurde vom Körper zugeschossen; die nicht-eiweißartigen Stickstoffverbindungen wurden hierzu nicht verwendet, sondern gingen in den Harn über.

Dagegen haben die sehr ausgedehnten und wichtigen Untersuchungen über die Verwertung verschiedener nicht-eiweißartiger Stickstoffverbindungen durch das milchproduzierende Tier, die von A. Morgen und seinen Mitarbeitern mehrere Jahre hintereinander mit Ziegen und Milchschafen ausgeführt wurden, volle Klarheit sowohl über die Frage gebracht, in welchem Umfange die nicht-eiweißartigen Stickstoffverbindungen das Eiweiß bei der Milchproduktion ersetzen können, als auch darüber Gewißheit verschafft, ob aus den Stickstoffverbindungen nicht-eiweißartiger Natur Milcheiweiß, Fleisch und Wolle gebildet werden können.[2]) Ausgehend von einem eiweißhaltigen Grundfutter wurde den Tieren in den einzelnen Versuchsabschnitten entweder ein Teil des Eiweißes entzogen und durch nicht-eiweißartige Stickstoffverbindungen ersetzt, oder es wurden nicht-eiweißartige Stickstoffsubstanzen zugelegt. In allen Fällen aber hielt man den Stärkewert der miteinander zu vergleichenden Rationen auf gleicher Höhe. Für den vorliegenden Gegenstand kommen vor allem diejenigen Versuche in Betracht, in denen ein Ersatz des Eiweißes im Grundfutter durch nicht-eiweißartige Stickstoffverbindungen stattgefunden hat. Unter diesen Versuchen sind es wiederum besonders diejenigen, in denen der Eiweißersatz möglichst weit getrieben worden war, weil hier, wie schon ausgeführt, die Wirkungen dieses Ersatzes mit besonderer Deutlichkeit hervortreten mußten.

Bei Versuchen mit Ammonacetat im Jahre 1909 hatte man im Grundfutter 2,44 kg verdauliches Eiweiß gereicht und davon 62% durch Ammonacetat ersetzt, so daß der Eiweißgehalt auf nur 0,93 kg herabgedrückt wurde. Im folgen-

[1]) Zentralblatt für Agrikulturchemie 37. Jahrg., 1908, S. 393.

[2]) Landw. Versuchsstationen 65. Bd., 1907, S. 413; 68. Bd., 1908, S. 333; 71. Bd., 1909, S. 1; 73. Bd., 1910, S. 285 und 75. Bd., 1911, S. 265.

den Jahre betrug der Gehalt des Grundfutters an verdaulichem Eiweiß 2,30 kg und nach dem Ersatz durch Ammon bezw. Asparagin nur 1,02 kg. In den Versuchsabschnitten, in denen das Eiweiß nur durch Kohlenhydrate ersetzt wurde, waren ebenfalls nur 0,93 bezw. 1,02 kg verdauliches Eiweiß verzehrt worden. Setzt man nun die Erträge an Milch, Milchtrockensubstanz, Fett und Stickstoff bei Grundfutter gleich 100, so wurden nach dem Ersatz des Eiweißes ermolken in %:

		Milchmenge	Milch-Trockensubstanz	Fett	Stickstoff
Ammoniumacetat	1909	69,6	67,8	67,2	67,6
„	1910	75,1	72,6	72,0	71,7
Asparagin . . .	1910	79,0	75,8	75,0	75,2
Kohlenhydrat .	1910	63,7	62,4	63,4	60,4

Weder das Ammoniumacetat, noch das Asparagin haben hiernach das Eiweiß vollständig zu ersetzen vermocht, denn nach Verfütterung dieser Verbindungen an Stelle von Eiweiß sank der Ertrag an Milch und sämtlichen Milchbestandteilen um 25—30%. Noch größer war die Verminderung der Milchsekretion, als derselbe Teil des Nahrungseiweißes durch Kohlenhydrate ersetzt wurde; hier ging der Ertrag an Milchtrockensubstanz, Fett und Stickstoff um weitere 10%. im ganzen um rund 35% zurück. Ein Vergleich der Erträge in den Kohlenhydratversuchen mit denen, die nach Ammon- und Asparaginfütterung erhalten wurden, zeigt, daß die Wirkung dieser Stickstoffverbindungen nur gering ist. Dabei muß besonders beachtet werden, daß unter den nicht-eiweißartigen Stickstoffverbindungen das Ammoniumacetat und das Asparagin noch zu den wirksamsten gehören. Die nicht-eiweißartigen Stickstoffverbindungen der Malzkeime, des jungen Grases und der Runkelrüben hatten nach den Versuchen Morgens nämlich noch geringere Wirkungen als das Ammon und Asparagin. Dies zeigte sich besonders in den Versuchen aus dem Jahre 1908, in denen Extrakte aus Malzkeimen[1]), Gras und Rüben die Erträge größtenteils noch stärker herabgedrückt haben wie der Ersatz von Eiweiß durch Ammon und Asparagin, und nur etwa in derselben Weise verwertet wurden wie die an Stelle des Eiweißes verfütterten Kohlenhydrate.

Ferner zeigen die umfangreichen und mit besonderer Gründlichkeit ausgeführten Versuche des genannten Forschers, daß in der Tat bei einem sehr eiweißarmen, im Stärkewert aber ausreichendem Futter sowohl Ammonacetat wie Asparagin in nicht unerheblichem Maße — ca 30% — nicht nur für die Zwecke der Lebenserhaltung, sondern auch für die Produktion von Fleisch, Milch und Wolle verwertet werden können. Eine Bildung von unverdaulichem sogenannten Bakterieneiweiß aus den erwähnten Stickstoffverbindungen konnte weder bei diesen Versuchen noch bei den später zur Ausführung gelangten Untersuchungen[2])

[1]) Daß das Rohprotein der Malzkeime auf die Milchproduktion schlechter wie das vieler anderer Kraftfuttermittel wirkt, hat auch A. Buschmann in Versuchen mit Kühen beobachtet (Zentralblatt für Agrikulturchemie 36. Jahrg., 1907, S. 611). Dasselbe ergibt sich aus Versuchen von J. Hansen mit Kühen (Landw. Jahrbücher 40. Bd., 1911, 1. Ergänzungsband, S. 130).

[2]) Landw. Versuchsstationen 85. Bd., 1914, S. 1.

ermittelt werden. Diese Arbeiten haben unsere Kenntnisse über diese strittige Frage ungemein gefördert; sie haben auch gegenüber den vielfach eingenommenen Standpunkt, das aus den Amiden gebildete Bakterieneiweiß sei unverdaulich und werde durch den Kot ausgeschieden, den vollgültigen Beweis erbracht, daß das gebildete Bakterieneiweiß nahezu vollkommen verdaulich ist und an der Produktion tierischer Produkte teilnehmen kann.

So interessant dieses Ergebnis auch wissenschaftlich ist, so kommt es für die Verhältnisse, unter denen die Tiere in der landw. Praxis gefüttert werden, wenig in Betracht, weil einmal, wie Morgen selbst gezeigt hat, die Erzeugung von Bakterieneiweiß aus Amiden eine beschränkte ist; zudem ist das Nahrungseiweiß den Amiden bezüglich der Milchproduktion weit überlegen. Auch darf man nicht aus dem Auge verlieren, daß die Wirkung der Amide nur bei einer ausgesucht eiweißarmen Ernährung in die Erscheinung tritt. Wirtschaftliche Gründe lassen aber eine solch extrem eiweißarme Fütterung, namentlich bei der Ernährung des Milchviehes, untunlich erscheinen.

5. Die Wirkung der stickstofffreien Nährstoffe. — Vergleicht man den Nährstoffgehalt einer Ration, bei welcher leistungsfähige Tiere, ohne von ihrem Körper etwas zu verlieren, längere Zeit größere Mengen Milch erzeugen, mit dem Gehalt der abgesonderten Milch an Protein, Fett und Milchzucker, so erkennt man ohne weiteres, daß die verdaute Proteinsubstanz bei weitem nicht ausreicht, die gesamte Menge der genannten Milchbestandteile zu liefern. Wir haben ja bereits erfahren (S. 574 f.), daß unter Umständen die gesamte Stickstoffsubstanz des Futters, soweit sie nicht zur bloßen Lebenserhaltung des Tieres verbraucht wird, fast ausschließlich in Form von Eiweißstoffen in der Milch erscheint. Die Kohlenhydrate und das Fett der Nahrung müssen daher an der Erzeugung des Milchfettes und Milchzuckers direkt beteiligt sein. Wenn daher eine Ration gerade die zum höchstmöglichen Milchertrage erforderliche Proteinmenge, aber ein hierzu nicht ausreichendes Quantum stickstofffreier Nährstoffe enthält und der Mangel an letzteren nicht durch Verbrauch von Körperfett ausgeglichen werden kann, so wird die Milchbildung nicht die Höhe erreichen, welche dem Proteingehalt der Ration entspricht; eine Vermehrung der Kohlenhydrate oder des Fettes im Futter würde hier unzweifelhaft den Milchertrag erhöhen. Wenn dagegen in einer Ration Eiweißmangel herrscht und die stickstofffreien Nährstoffe noch erhöht werden, so kann, je nach dem Gehalt und der Beschaffenheit der Ration, dem Ernährungszustande des Tieres und der Leistungsfähigkeit der Milchdrüse, die Wirkung der Zulage verschieden ausfallen. Vor allem wird es dabei auf die Größe der Verdauungsdepression ankommen, welche die Stickstoffsubstanz des Futters infolge der Zulage erleidet (S. 53); wird bei sehr geringem Gehalt des Futters an Rohprotein die Verdauung dieser Stoffgruppe stark herabgesetzt, so muß bei einem leistungsfähigen Tiere der Milchertrag sinken, während bei etwas reichlicherem Gehalt der Ration eine Verminderung der Milchabsonderung in schwächerem Grade oder überhaupt nicht wahrzunehmen sein wird. Bei schlecht genährten, aber sonst milchergiebigen Tieren kann ferner infolge der Verbesserung des Ernährungszustandes die Milchbildung dabei sogar eine allmähliche Steigerung erfahren

(S. 565), die bei gut genährten oder weniger leistungsfähigen Tieren unterbleiben würde. Da diese Umstände sich gegenseitig verstärken oder einander entgegenwirken können und bei Mangel an stickstofffreien Nährstoffen auch noch das Körperfett zur Milchbildung herangezogen werden kann, so ist die Frage, ob eine Zulage stickstofffreier Nährstoffe den Milchertrag erhöhen, vermindern oder unbeeinflußt lassen wird, je nach den Verhältnissen sehr verschieden zu beantworten. Was an Versuchen über diese Frage unternommen worden ist,[1]) hat denn auch zu den allerverschiedensten Ergebnissen geführt.

Daß in sehr vielen Fällen das Nahrungseiweiß nicht zureicht, um außer den Eiweißstoffen der Milch auch noch das gesamte Milchfett und den Milchzucker zu liefern, geht aus den S. 573 bereits angeführten Untersuchungen W. H. Jordans hervor, in welchem zum Teil möglichst fettarme (extrahierte) Futtermittel und sehr eiweißarme Rationen verwendet worden sind. Da hier außer dem Futter auch der Kot und Harn der Versuchskühe analysiert worden sind, so läßt sich aus den Ergebnissen berechnen, wieviel von dem in der Milch ausgeschiedenen Fett aus Futterfett und zersetztem Protein stammen konnte. Nimmt man an, daß selbst die gesamte Menge des verdauten Fettes und dazu der sicherlich zu hohe Betrag von 51,4 % (S. 124) des umgesetzten Eiweißes als Fett in die Milch übergegangen seien, so erhält man aus diesen Versuchen folgendes Bild über die Quellen des Milchfettes.[2])

Dauer des Versuchs	Fett aus dem Futter	Fett aus dem Eiweiß	Fett in der Milch	Fettüberschuß in der Milch über das verdaute und aus Eiweiß gebildete Fett	Lebendgewichtszunahme der Versuchskühe
Tage	kg	kg	kg	kg	kg
59	1,50	7,76	17,60	*8,34*	15,0
74	2,18	17,78	37,65	*17,69*	6,8
4	1,53	1,18	3,28	*0,57*	—
42	15,01	8,39	20,64	—2,76	8,2

Obwohl in diesen Berechnungen dem Nahrungsfett und dem in Umsatz gezogenen Protein ein viel zu hoher Anteil (S. 124 und 150) an der Bildung des Milchfettes zugebilligt worden ist, blieben im einzelnen dennoch sehr bedeutende Beträge an Milchfett und die gesamte Menge des Milchzuckers übrig, die nicht aus der Eiweiß- und Fettsubstanz des Futters entstanden sein können, sondern entweder aus den Kohlenhydraten der Nahrung oder aus den stickstofffreien Bestandteilen des Körpers (Fett und Glykogen) oder aus beiden gebildet worden sein müssen. Daß der Körper hier keinen großen Zuschuß geleistet haben kann,

[1]) G. Kühn und M. Fleischer, s. S. 559 dieses Buches und landw. Versuchsstationen 12. Bd., 1869, S. 197 und 351; M. Fleischer, Journal für Landw. 19. Bd., 1871, S. 371 und 20. Bd., 1872, S. 395; G. Kühn, ebenda 22. Bd., 1874, S. 168 und 295; F. Stohmann, ebenda 16. Bd., 1868, S. 135, 307 und 420 und 17. Bd., 1869, S. 1, 129 und 340, sowie Zeitschrift für Biologie 6. Bd., 1870, S. 204 und Biologische Studien, Braunschweig 1873, ferner die in diesem Abschnitt noch weiter zu erwähnenden Untersuchungen.

[2]) Die Zahlen beziehen sich auf die ganze Dauer des Versuchs.

geht aus den Feststellungen des Lebendgewichts hervor, das selbst da, wo die höchsten Fettüberschüsse in der Milch beobachtet wurden, noch zunahm. Ein direkter Beweis dafür, daß der Vorrat von Fett und Glykogen im Körper während dieser Versuchsabschnitte keine Einbuße erlitten habe, würde jedoch nur erbracht worden sein, wenn auch die gasförmigen Ausscheidungen der Tiere festgestellt worden wären und sich zwischen den Einnahmen und Ausgaben an Kohlenstoff annäherndes Gleichgewicht ergeben hätte. Selbst in diesem Falle aber würde es zweifelhaft bleiben, ob die Kohlenhydrate der Nahrung direkt in Milchfett und Milchzucker, oder vorher in Körperfett bezw. Glykogen umgewandelt worden wären, eine Frage, die sich auf dem Wege des Stoffwechselversuchs in absehbarer Zeit wohl kaum beantworten lassen wird. Im allgemeinen aber haben die Untersuchungen Jordans jedenfalls gezeigt, daß außer dem Eiweiß und Fett auch die Kohlenhydrate der Nahrung als Bildungsmaterial für das Milchfett und den Milchzucker zu betrachten sind. Bei dieser Sachlage entsteht die Frage, ob man etwa durch einseitige Vermehrung der Kohlenhydrate oder Fette im Futter den prozentischen bezw. absoluten Gehalt der Milch an stickstofffreien Stoffen, insbesondere an Fett, erhöhen kann.

a) **Wirkung der Kohlenhydrate auf die Erzeugung des Milchfettes.** — Die Untersuchungen, welche sich mit einer einseitigen Erhöhung der Kohlenhydrate im Futter beschäftigten, so diejenigen von G. Kühn, M. Fleischer und F. Stohmann, in welchen zu einer gegebenen Ration Stärkemehl zugelegt wurde,[1]) haben übereinstimmend gezeigt, daß infolge der Mehrzufuhr an diesem Stoff der gesamte Ertrag an Milch, und zwar aus den schon dargelegten Gründen bald günstig, bald ungünstig, bald überhaupt nicht beeinflußt wurde, daß aber in der Zusammensetzung der Milch eine durchgreifende Änderung nicht eintrat. Letzteres zeigte sich auch in einer sehr umfassenden Versuchsreihe von F. Friis[2]), in welcher pro Tag und Kopf 1,5 kg Getreide (halb Gerste, halb Hafer) durch eine gleichgroße Menge Rübentrockensubstanz ersetzt worden war; zwei von den Gruppen, A und C, waren dabei ziemlich eiweißarm, zwei andere, B und D, unter Verwendung einer größeren Menge Ölkuchen eiweißreicher gefüttert worden. Da nun in 1,5 kg Rübentrockensubstanz erheblich mehr Kohlenhydrate (1200 g) und von höherer Verdaulichkeit vorhanden waren als in 1,5 kg Getreide (870 g), so hätten diese Verhältnisse, sofern sie überhaupt die Milchabsonderung beeinflussen konnten, in den Ergebnissen zum Ausdruck kommen müssen. In Wirklichkeit wurde aber während der Hauptperiode dieser nach dem Gruppensystem angestellten Versuche an Milch erhalten:

A	C	B	D
Getreide	Rüben	Getreide	Rüben
112,0 kg	112,5 kg	118,5 kg	121,0 kg

---

[1]) Siehe hierzu die in der Anmerkung auf S. 585 angegebene Literatur.

[2]) 51. Bericht des Laboratoriums für landw. Versuche zu Kopenhagen, 1904, S. 1 (dänisch); Zentralblatt für Agrikulturchemie 34. Jahrg., 1905, S. 258.

Die prozentische Zusammensetzung der Milch war:

	Wasser	Fett	Eiweiß	Milchzucker	Asche
Gruppe A, Getreide . .	88,27	3,11	3,02	4,82	0,78
„ C, Rüben . . .	88,26	3,11	3,02	4,84	0,77
Gruppe B, Getreide . .	88,14	3,16	3,13	4,80	0,77
„ D, Rüben . . .	88,16	3,09	3,12	4,86	0,77

Die Vermehrung der Kohlenhydrate infolge des Ersatzes des Getreides durch Rüben, nach welcher Futterveränderung freilich auch etwas weniger Stickstoffsubstanz (90 g) und Fett (60 g) zum Verzehr gebracht wurde, hatte hiernach weder in der Menge, noch in der Zusammensetzung der Milch eine wesentliche Änderung hervorgerufen.[1]) Nach Untersuchungen von Adolf Mayer[2]), von der Zande[3]), B. Sjollema[4]) und Orla Jensen[5]) scheint es indessen, daß die leicht verdaulichen Kohlenhydrate nicht ohne Einfluß auf die Beschaffenheit des Milchfettes sind. Beim Weidebetrieb hatte man nämlich in Holland beobachtet, daß gegen den Herbst hin die flüchtigen Fettsäuren, welche sich aus dem Butterfett abscheiden lassen, zurückgingen und die in dieser Zeit gewonnene Butter sich in chemischer Hinsicht wie ein Gemisch von Margarine und Butter verhielt. Die anfänglich gehegte Meinung, es trage die niedrige Lufttemperatur Schuld an dieser Veränderung, bestätigte sich bei den auf diese Verhältnisse gerichteten Versuchen nicht. Hingegen wurde gelegentlich beobachtet, daß die Beifütterung von Rübenköpfen imstande war, den Übelstand zu beseitigen. Im Verfolg dieser Tatsache fand man, daß nicht die Blätter, sondern die Köpfe des Rübenkörpers, ferner auch Runkelrüben und Melasse imstande waren, den Gehalt der Butter an Glyzeriden der flüchtigen Fettsäuren zu erhöhen und daß wahrscheinlich sämtliche an leicht verdaulichen Kohlenhydraten reichen Rübenarten, wie auch ganz besonders der Rohrzucker (1,5 kg pro Tag und Kuh) die gleiche Wirkung zeigen. Es wurde ferner festgestellt, daß das Weidefutter im Herbste in der Tat erheblich ärmer an Kohlenhydraten ist als im Frühjahr; es fanden sich auf 1 Teil Eiweiß zur Zeit des Herbstes nur etwa 2, zur Zeit des Frühjahrs dagegen 3—4 Teile Kohlenhydrat im Grase vor. Da bei der Vergärung der Kohlenhydrate in Pansenflüssigkeit aus Zucker erheblich größere Mengen flüchtige Fettsäuren als aus Stärkemehl entstehen, wie ebenfalls Sjollema beobachtete, so ist nach Ansicht des Genannten die besonders starke Wirkung des Zuckers wohl erklärlich; man hätte eben anzunehmen, daß die flüchtigen Säuren, welche sich in den Glyzeriden der Butter vorfinden, schon während der Gärung des Futterbreies gebildet werden. Im Einklang mit dieser Ansicht steht es, wie Sjollema ebenfalls feststellte, daß

[1]) Ähnliches beobachtete auch A. Morgen in Versuchen mit Schafen, welchen er einzelne Nährstoffe als Zulagen zu einem knapp bemessenen, im Eiweißverhältnis normalen Futter zulegte (Landw. Versuchsstationen 62. Bd., 1905, S. 251).

[2]) Landw. Versuchsstationen 35. Bd., 1888, S. 261 und 41. Bd., 1892, S. 15.

[3]) Milchwirtschaftl. Zentralbl. 1. Jahrg., 1905, S. 520.

[4]) V. Internat. Kongreß für angewandte Chemie zu Berlin 1903, Bericht, 3. Bd., 1904, S. 825.

[5]) Landw. Jahrbücher der Schweiz 1905.

da, wo der Verdauungsapparat einfacher als beim Wiederkäuer gebaut ist und die Pansengärung in Wegfall kommt, wie z. B. beim Menschen und bei den Einhufern, das Milchfett viel geringere Mengen flüchtige Fettsäuren enthält, wie bei Kühen, Ziegen oder Schafen.

b) **Wirkung des Nahrungsfettes.** — Zu recht widersprechenden Ergebnissen haben die Untersuchungen geführt, welche über die Wirkung einseitig gesteigerter Fettgaben auf die Milchabsonderung angestellt worden sind. Während G. Kühn infolge einer Zulage von Rüböl zu einem sonst nur aus Wiesenheu bestehenden Futter bei Kühen zwar eine Steigerung der Milchmenge, aber eher eine Verminderung als eine Vermehrung des prozentischen Gehaltes der Milch an Fett beobachtete (S. 569) und auch M. Fleischer (S. 563) nach Fettzugabe in der Zusammensetzung der Milch keine durchgreifende Veränderung eintreten sah, fand Stohmann[1]) bei Ziegen, daß eine Ölzulage in einzelnen Fällen außer dem Milchertrag auch den prozentischen wie absoluten Fettgehalt erhöhte. F. Lehmann[2]) beobachtete nach Verfütterung der sehr fettreichen Kopra, des Rohmaterials der Kokoskuchen, ebenfalls eine Steigerung des Ertrages an Milchfett und stellte darauf weitere Versuche mit 2 Kühen an, denen er zu einem Grundfutter zunächst 1,25 kg Palmkernmehl, in einem späteren Versuchsabschnitt außerdem noch 300 g Palmkernöl zulegte; hierbei stieg der Fettgehalt der Milch, der bei Grundfutter 3,47% betragen hatte, nach der Palmkernmehl-Zugabe auf 3,77 und nach der weiteren Zulage von Öl auf 4,04%; die absoluten Mengen Fett betrugen 385,2, 422,1 bezw. 472,5 g. Als er jedoch am Schluß des Versuchs die 300 g Öl durch 1 kg Gerstenschrot ersetzte, blieb der Fettgehalt der Milch auf 3,76% bezw. 474,8 g. Der Milchertrag stellte sich in den 4 Versuchsabschnitten pro Tag und Kopf auf 11,11, 11,21, 11,69 bezw. 12,63 kg.

Eine Steigerung des Fettgehaltes der Milch beobachteten bei Kühen ferner A. F. Wood[3]) nach Zulagen von Baumwollsaatöl, Palmkernöl, Kakaobutter und Stearin, H. van Dreser[4]) nach Verfütterung von Rindstalg, und der Verfasser[5]) in Gemeinschaft mit G. Andrä nach der Verabreichung von Leinöl in Form von Leinsamen. In diesen drei Fällen blieb die Erhöhung des Fettgehaltes der Milch jedoch nur kurze Zeit bestehen; sie verschwand schon 1—2 Wochen nach vollzogenem Futterwechsel ziemlich vollständig. — Weiter stellte F. Soxhlet[6]) fest, daß durch eine Beigabe von Fett zu Heu der Fettgehalt der Milch bedeutend erhöht werden kann, sofern das Fett in aufnahmefähiger und verdaulicher Form verabreicht wird. Verfütterung von Sesamöl, Leinöl, Talgstearin (sogenannte Talgpreßlinge) in der Form einer Emulsion, verteilt in der ganzen Menge des Tränkwassers, lieferte Milch von einem Gehalte bis zu 5,8% Fett. Leinöl

[1]) Journal für Landw. 16. Bd., 1868, S. 312 und 17. Bd., 1869, S. 169, sowie Zeitschrift für Biologie 6. Bd., 1870, S. 204.

[2]) Jahresbericht der Kgl. Landw.-Gesellschaft zu Hannover 1895.

[3]) Milchzeitung, Jahrg. 1896, S. 52.

[4]) Ebenda, Jahrg. 1897, S. 216.

[5]) Nicht veröffentlicht.

[6]) Zentralblatt für Agrikulturchemie 26. Jahrg., 1897, S. 451.

in Mengen von 0,75—1 kg auf 9—11 kg Heu ergab eine Milch, die im Durchschnitt von 4 Tagen 5,24% Fett enthielt; 0,5—1 kg Talgstearin lieferte Milch von 4,24—5,5%, im Durchschnitt von 8 Tagen 4,7% Fett. Diese Beobachtungen gaben den Anstoß zu einer ganzen Anzahl weiterer Versuche. M. Maercker und F. Albert[1]) gingen von einer bewährten Ration aus und ersetzten in den einzelnen Abschnitten ihres mit 10 frischmilchenden Kühen durchgeführten Versuchs Teile des Beifutters durch entbitterte Lupinen oder Palmkern- und Kokoskuchen so, daß nur die Fettzufuhr, nicht aber die Menge der verdaulichen Stoffe anderer Art geändert wurde. Auf diese Weise wurden im ganzen an verdaulichem Fett in der Periode I (mit Palmkuchen) 0,937 kg in der Periode II und V (mit entbitterten Lupinen) 0,297 kg, in der Periode III (mit Kokoskuchen) 0,747 kg und in der Periode IV (mit besonders fettreichen Kokoskuchen) 1,706 kg pro Tag und 1000 kg Lebendgewicht zum Verzehr gebracht. Die angegebenen Fettmengen bedeuten also Zulagen zu dem sonst gleichbleibenden fettfreien Futter. Die Wirkung der vermehrten Fettzufuhr in den Perioden I, III und IV machte sich deutlich bemerkbar, indem hier eine fettreichere Milch ermolken wurde. Während nämlich bei den fettärmeren Rationen (II und IV) der Fettgehalt der Milch nur 3,20 bezw. 3,15% betrug, fanden sich in der Milch der Perioden I 3,52, III 3,48 und IV sogar 3,96% Fett. Nach Ausschaltung der durch den Gang der Laktation bedingten Veränderungen zeigte sich ferner, daß in den beiden Perioden mit mäßig hohen Fettgaben im Futter (II und III) die Milchmenge in keiner Weise beeinflußt worden war, wogegen die extrem hohe Zufuhr von Nahrungsfett in der Periode IV den Milchertrag, der durchschnittlich etwa 14,5 kg betragen sollte, um 1,56 kg herabgesetzt hatte. Der absolute Ertrag an Milchfett war dabei in den Perioden I und III infolge der Erhöhung des Nahrungsfettes auf 0,937 bezw. 0,747 kg, im ganzen nur um 50 g gestiegen, und die weitere Vermehrung des Fettes im Futter auf 1,706 kg in Periode IV hatte eine weitere Zunahme der Fettmenge in der Milch nicht mehr hervorgebracht. Ein finanzieller Erfolg war bei der Fettfütterung überhaupt nicht zu verzeichnen, da der Mehrertrag an Butterfett die Mehrkosten für die Fettzulagen in keinem Falle deckte. Sehr deutlich trat die Wirkung der fettreichen Rationen in der Lebendgewichtsveränderung der Kühe hervor, die beim Abschluß der Versuche zum Teil so fett waren, daß sie zur Schlachtbank geführt werden mußten.

Sehr hohe Mengen von Fett verabreichten ferner F. Falke und G. Baumert[2]) an 2 Kühe zu einem Grundfutter, das aus Heu und entfettetem Rapsmehl bestand und pro Tag und 1000 kg Lebendgewicht 0,42—0,43 kg verdauliches Fett enthielt. In der I. und V. Periode wurde nur dieses Grundfutter und zu demselben in den dazwischen liegenden 3 Perioden 3 verschiedene Öle in Form einer Warmwasseremulsion zugelegt. In der II. Periode war durch Zu-

---

[1]) Landw. Jahrbücher 27. Jahrg., 1898, S. 189.

[2]) Berichte aus dem physiol. Lab. des landw. Inst. d. Univ. Halle 14. Heft, 1900, S. 1 und Zeitschr. f. Untersuch. der Nahrungs- und Genußmittel 1. Bd., 1898, S. 665.

gabe von Sesamöl der Gehalt der Ration an verdaulichem Fett pro Tag und 1000 kg Lebendgewicht auf 2,2 bezw. 1,8 kg, in der III. durch Kokosöl auf 1,8 bezw. 1,5 kg und in der IV. durch Mandelöl auf 1,4 kg erhöht worden. Infolge dieser Zulagen stieg der prozentische Fettgehalt der Milch bei der einen Kuh von 3,47 (I. Periode, ohne Ölzulage) auf 3,69, 4,34 bezw. 3,71% und bei der anderen Kuh von 2,50 (I. Periode) auf 2,95, 2,98 bezw. 2,86%. Unter Berücksichtigung der natürlichen Milchabnahme in der Zeit zwischen der I. und V. Periode läßt sich ferner berechnen, daß infolge der Ölzulagen die tägliche Produktion um folgende Beträge erhöht (+), bezw. vermindert (—) worden war:

	Kuh Nr. 1			Kuh Nr. 2		
Periode	II	III	IV	II	III	IV
Milch in g . .	+101	—115	+212	—2685	—987	—232
Fett „ „ . .	+ 17	+ 41	+ 10	— 37	+ 1	0

Im Verhältnis zu den Ölzulagen, die pro Tag und Kuh 500—900 g betragen hatten, erscheint die hier in der Mehrzahl der Fälle beobachtete Steigerung des absoluten Ertrages an Milchfett ebenfalls sehr gering. Im Milchertrage hatte sich teils eine bedeutende Abnahme, teils eine geringe Zunahme nach den Ölzugaben eingestellt.

Da die im Vorstehenden kurz beschriebenen Versuche die Frage, welchen Einfluß das Nahrungsfett auf die Milchproduktion ausübt, noch nicht in befriedigender Weise beantwortet und namentlich noch keine sichere Auskunft darüber gegeben hatten, welche Grenzen unter praktischen Verhältnissen bei der Fütterung der Milchkühe der Verabreichung von Fett im Futter gezogen sind, so wurde die Angelegenheit unter Führung des Deutschen Landwirtschaftsrates von 10 Versuchsanstalten im Deutschen Reiche einer eingehenderen Bearbeitung unterzogen.[1]) Allen 10 Versuchsreihen war derselbe Plan für die Ausführung zugrunde gelegt. Das zu verabreichende Futter setzte sich zusammen aus einem in sämtlichen Abschnitten jeder Versuchsreihe gleichbleibenden Teil, dem Grundfutter, und einer Zulage, welche bei den fettarmen Rationen aus Roggenfuttermehl und etwas Kartoffelstärke, bei den fettreichen aus Reisfuttermehl bestand. Beide Rationen enthielten genau gleiche Mengen Nährstoffe und unterschieden sich nur dadurch, daß in dem einen Fall eine größere Fettmenge verfüttert wurde, welche in dem anderen Falle durch eine gleichwertige Menge Kohlenhydrat ersetzt war. Auf 1000 kg Lebendgewicht berechnet, enthielt die fettarme Ration 0,25—0,5 kg, die fettreiche 0,47—1,1 kg verdauliches Fett. Die Futtermittel, welche die Grundration zusammensetzten, waren in jedem Versuch verschieden, da sie den Vorräten entnommen werden mußten, welche an jedem Versuchsort verfügbar waren. Die Versuche wurden teils nach dem Perioden-, teils nach dem Gruppensystem, im

[1]) Bericht des Deutschen Landwirtschaftsrates: Untersuchungen über die Wirkung des Nahrungsfettes auf die Milchproduktion, von H. Neubauer, Th. Pfeiffer, M. Schmöger, P. Wagner, H. Immendorff, W. Weigmann, W. Schneidewind, G. Loges, A. Kleemann und Th. Henkel, Berlin 1907 (2 Hefte); allgem. Bericht von O. Kellner (1. Heft, S. 22).

ganzen mit 196 Kühen (20 in jeder Reihe) ausgeführt und die einzelnen Perioden auf 25—30 Tage ausgedehnt. Da die Methode der Versuchsanstellung, ob Gruppen- oder Periodensystem, keinen Einfluß auf die Versuchsresultate erkennen ließ, so ordnen wir die Ergebnisse der 10 Versuchsreihen nach dem Milchertrage, der in der Zeit der Fettfütterung zu erwarten war, wenn die fettarmen Rationen weiter geführt worden wären; neben die zu erwartenden Beträge stellen wir die Ab- oder Zunahmen, welche sich infolge des Ersatzes der Kohlenhydrate durch Fett tatsächlich eingestellt haben.

Versuchsort	Zu erwartender Betrag			Wirkung der Fettfütterung Ab- (—) oder Zunahme (+) gegenüber dem zu erwartenden Betrage		
	Milch kg	Fett kg	Proz. Fettgehalt	Milch kg	Fett kg	Proz. Fettgehalt
Danzig . . .	15,22	408	2,68	—0,07	—40	—0,25
Bonn . . .	14,78	457	3,09	—0,37	—30	—0,13
Pommritz . .	13,32	366	2,75	—1,05	+12	+0,34
Kiel	12,30	404	3,28	+0,03	—20	—0,17
Breslau . .	11,91	328	2,75	—0,37	— 1	+0,09
Triesdorf . .	10,71	386	3,60	—0,25	—10	—0,02
Weihenstephan	9,48	353	3,72	—0,67	+ 2	+0,30
Lauchstädt . .	9,13	315	3,45	+0,19	—15	—0,23
Darmstadt . .	9,0	313	3,48	—0,60	— 3	+0,21
Jena	7,39	249	3,37	+0,04	—27	—0,37
Im Durchschnitt	11,32	358	3,16	—0,31	—13	—0,03

Die 10 Versuchsreihen liefern den Beweis dafür, daß **der Ersatz eines Teiles der Kohlenhydrate des Futters durch eine gleichwertige Menge Fett innerhalb der bereits angegebenen Grenzen den Ertrag an Milchfett nicht zu erhöhen vermag.** Infolge der Fettfütterung waren im Durchschnitt 0,31 kg = 2,7% Milch und 13 g = 3,7% Fett weniger ermolken worden, Beträge, die so gering sind, daß sie kaum außerhalb der Grenzen der unvermeidlichen Beobachtungsfehler liegen dürften. — Betrachtet man die Ergebnisse im einzelnen, so findet man, daß trotz ihrer unverkennbar gemeinsamen Richtung doch beachtenswerte Unterschiede auftraten, denen wahrscheinlich gewisse Abweichungen in der Beschaffenheit der Versuchstiere (Alter, Rasse, Laktationsstadium, Ernährungszustand, Milchleistung zu Beginn der Versuche usw.) zugrunde liegen. Ordnet man die Zahlen nach der prozentischen Veränderung der Milchmenge, so ergibt sich nachstehendes:

Versuchsort	Zu- (+) oder Abnahme (—) der Milchmenge		des prozentischen Fettgehalts		der absoluten Fettmenge	
Pommritz . .	—7,9	*—7,2%*	+0,34	*+0,28%*	+3,3	*+1,0%*
Weihenstephan	—7,1		+0,30		+0,6	
Darmstadt .	—6,7		+0,21		—1,0	

Versuchs-ort	Zu- (+) oder Abnahme (—) der Milch-menge		des prozentischen Fettgehaltes		der absoluten Fettmenge	
Breslau . .	—3,1		+0,09		—0,3	
Bonn . . .	—2,5	—2,6%	—0,13	—0,08%	—6,6	—3,2%
Triesdorf .	—2,3		—0,02		—2,6	
Danzig . .	—0,5		—0,25		—9,8	
Kiel . . .	+0,2		—0,17		—5,0	
Jena . . .	+0,5	+0,6%	—0,37	—0,26%	—10,8	—7,6%
Lauchstädt .	+2,1		—0,23		—4,8	

In allen den Fällen, in welchen die fettreichere Ration eine stärkere Verminderung des Milchertrages (um 7,2%) bewirkte, erhöhte sich gleichzeitig der prozentische Fettgehalt der Milch (um 0,28%); fiel die Milchmenge um einen geringeren Betrag (2,6%), so blieb der prozentische Fettgehalt auf nahezu derselben Höhe wie bei der Verfütterung der fettärmeren Ration; und da, wo ein Einfluß der Fettfütterung auf den Milchertrag nicht zu beobachten oder die Milchmenge etwas gesteigert war, nahm infolge der reichlicheren Fettzufuhr der prozentische Fettgehalt der Milch stark (um 0,26%) ab. Milchmenge und absoluter Fettertrag stehen, wie die Zusammenstellung weiter lehrt, in einem gewissen Gegensatz, indem da, wo die Milchmenge am stärksten abnahm, der Fettertrag nahezu unverändert blieb, während bei gleichbleibender oder schwach zunehmender Milchmenge weniger Fett ermolken wurde.

Während man nun in den eben vorgeführten 10 Versuchsreihen von Rationen ausging, die im praktischen Sinne zwar fettarm waren, auf 1000 kg Lebendgewicht und pro Tag jedoch durchschnittlich schon über 0,4 kg verdauliches Fett enthielten, haben A. Morgen[1]) und dessen Mitarbeiter in mehrjährigen Untersuchungen über die gleiche Frage die Grenzen der Fettzufuhr noch weiter gezogen und unter anderem auch extrem fettarme mit mehr oder weniger fettreichen Rationen verglichen. Nach dieser Seite hin bilden daher die Beobachtungen des genannten Forschers eine willkommene Ergänzung der bereits beschriebenen Versuche; sie bieten uns einen etwas tieferen Einblick in die physiologische Rolle, welche das Nahrungsfett bei der Milcherzeugung spielt. Als Normalfutter diente bei den Versuchen Morgens ein Wiesenheu von bester Beschaffenheit, welchem zur Ergänzung des Nährstoffgehaltes zum Teil Kraftfuttermittel, meistens jedoch reine oder annähernd reine Nährstoffe (Kleber, Stärke, Zucker, Öl, Troponabfall) zugelegt wurden. Daneben wurde auch ein Mischfutter benützt, das aus extrahiertem Stroh (Strohstoff), Kleber, Troponabfall, Stärke, Zucker, Futterkalk, Heuasche und etwas Stroh bestand. Die Erhöhung oder Verminderung des Fettgehaltes der zu vergleichenden Rationen bewirkte man dadurch, daß man einen Teil der Kohlenhydrate durch eine im Wärmewert gleiche Menge Erdnußöl oder Hammeltalg ersetzte oder umgekehrt Stärke an Stelle von Fett in die Ration einführte. Die Menge des Nahrungsfettes wurde vielfach variiert und bewegte

[1]) Landw. Versuchsstationen 61. Bd., 1904, S. 1 und 62. Bd., 1905, S. 251.

sich zwischen weniger als 0,1 und 2 g pro kg Lebendgewicht. Um die Versuchsergebnisse näher zu erläutern, führen wir hier einige wenige Beispiele aus den sehr zahlreichen Versuchen an. Bei dem Verzehr von fettarmem bezw. fettreichem Mischfutter, mit 0,08—0,10 bezw. 1,0 g Öl auf 1 kg Körpergewicht stellte sich bei Milchschafen die Menge und der Gehalt der ermolkenen Milch nach Ausschaltung der natürlichen Milchabnahme (S. 555) z. B. auf folgende Beträge:

Schaf Nr.		Milchmenge	Trockensubstanz	Fett	Zucker	Asche	Stickstoff	Fettgehalt der Milch
		g	g	g	g	g	g	%
VII.	Mischfutter mit Öl	1034,1	170,6	48,3	55,1	8,7	9,4	4,77
„	„ ohne „	833,7	129,6	30,9	39,9	7,5	8,3	3,90
	Differenz	200,4	41,0	17,4	15,2	1,2	1,1	0,87
VIII.	Mischfutter mit Öl	832,9	133,8	43,1	35,4	7,8	7,4	4,20
„	„ ohne „	817,8	117,8	31,0	32,9	7,5	7,2	3,44
	Differenz	15,1	16,8	12,1	2,5	0,3	0,2	0,76
IX.	Mischfutter mit Öl	600,7	105,9	34,5	27,9	5,6	5,9	5,39
„	„ ohne „	531,6	89,1	26,5	25,5	4,8	5,0	4,72
	Differenz	69,1	16,8	8,0	2,4	0,8	0,9	0,67
X.	Mischfutter mit Öl	469,3	87,4	30,6	23,0	4,0	4,7	6,8
„	„ ohne „	387,4	63,8	18,2	18,8	3,4	3,9	5,4
	Differenz	81,9	23,6	12,4	4,2	0,6	0,8	1,4

Die Milchtrockensubstanz enthielt in diesen Versuchen in Prozenten:

	Schaf Nr. VII		VIII		XI		X	
	mit Öl	ohne Öl	mit Öl	ohne Öl	mit Öl	ohne Öl	mit Öl	ohne Öl
Fett .	28,3	23,8	32,2	26,5	32,5	29,8	35,0	28,5
Zucker .	32,3	30,8	26,5	28,1	26,3	28,6	26,3	29,4
Asche .	5,1	5,8	5,8	6,4	5,2	5,4	4,5	5,3
Stickstoff	5,5	6,4	5,5	6,1	5,6	5,6	5,4	6,1

Es ist hervorzuheben, daß die Versuchsanstellung in der verschiedensten Weise abgeändert und die Wirkung des Nahrungsfettes geprüft worden ist bei reichlichem und bei knappem Futter, bei engerem und weiterem Eiweißverhältnis, bei Normal- und Mischfutter, bei Ersatz der Kohlenhydrate durch Fett und bei einfacher Zulage von Fett zu einer fettarmen Ration, mit emulgiertem und nicht emulgiertem Fett,[1]) mit Talg und verschiedenen Ölen, sowie mit fettreichen und fettarmen natürlichen Futtermitteln[2]) (Reisfuttermehl und Gerstenschrot). In Übereinstimmung mit den in obiger Tabelle angeführten Beispielen ist durch diese umfassenden Arbeiten der Beweis erbracht worden, daß Fette und Öle, in täglichen Mengen von 0,5—1,0 kg auf 1000 kg Lebendgewicht in extrem fettarme Rationen eingeführt, eine günstige Wirkung auf die Milchproduktion bei Ziegen und Schafen ausüben, indem sowohl mehr

[1]) C. Beger, Landw. Versuchsstationen 64. Bd., 1906, S. 249.

[2]) G. Fingerling, ebenda 64. Bd., 1906, S. 299.

Milch und Milchbestandteile, besonders Fett, erzeugt werden, als auch der Fettgehalt der Milch und der Milchtrockensubstanz sich in bemerkenswertem Umfange erhöht. Diese Wirkung ist, wie die Versuche weiter lehrten, nur dem Fette des Futters eigentümlich; sie ließ sich nicht erzielen, wenn man das Nahrungsfett durch eine gleichwertige Menge Kohlenhydrat oder durch Eiweiß ersetzte. Das Futterfett äußert einen günstigen Einfluß jedoch nur dann, wenn es in mäßigen Mengen gereicht wurde. Bei den meisten Tieren lag diese Grenze bei 1 kg pro 1000 kg Lebendgewicht, bei manchen schon bei 0,5 kg, während mehr als 1 kg Fett in der Regel schon ungünstig wirkte. Hiernach scheint bei Milchschafen und Ziegen die Menge des Nahrungsfettes, bei welcher die günstige Wirkung erzielt wird, etwas höher zu liegen wie bei Milchkühen, bei denen nach Maßgabe der zuletzt angeführten 10 Versuchsreihen eine Vermehrung des Futterfettes von 0,4 auf 0,9—1,0 kg pro Tag und 1000 kg Lebendgewicht schon keinen, jedenfalls keinen vorteilhaften Einfluß auf Milch- und Fettproduktion erkennen ließ. Nach weiteren Untersuchungen Morgens[1]) erklärt sich dieser Unterschied aus den verschieden großen Fettmengen, die diese 3 Tiergattungen in der Milch ausscheiden; auf 1000 kg Lebendgewicht bezogen, liefern Schafe und Ziegen im Laufe einer Laktationsperiode erheblich mehr Milchfett als Kühe. Auch bei Kühen würde voraussichtlich eine günstige Wirkung des Nahrungsfettes hervortreten, wenn man von einer extrem fettarmen Nahrung ausgehend auf 1000 kg Lebendgewicht nicht mehr als insgesamt 0,5—0,6 kg Fett als Ersatz für eine entsprechende Menge Kohlenhydrat in das tägliche Futter einführen würde.

Wohl in allen Fällen, in denen man Fett in isolierter Form oder in der Form fettreicher Futtermittel an Milchvieh verfüttert und dabei das ermolkene Fett näher untersucht hat, ist beobachtet worden, daß das Nahrungsfett einen starken Einfluß auf die Eigenschaften des Milchfettes ausübt. Schon die praktische Erfahrung hat gelehrt, daß gewisse fettreiche Futtermittel der Butter eine weiche, andere eine harte Beschaffenheit erteilen, und man hat sogar gelernt, extreme Eigenschaften, welche die Butter nach Verabreichung gewisser Futtermittel annimmt, durch Änderung der Ration oder durch Einführung gewisser Ölkuchen usw. in das Futter zu korrigieren (s. w. unten Abschnitt 6). Eine große Zahl von chemischen und physikalischen Untersuchungen[2]) des bei verschiedener

[1]) Landw. Versuchsstationen 69. Bd., 1908, S. 295.

[2]) G. Klien, Milchzeitung 18. Jahrg., 1889, S. 845; R. Heinrich, ebenda 20. Jahrg., 1891, S. 911, S. Paraschtschuk, Berichte aus d. physiol. Lab. des landw. Inst. der Univ. Halle 16. Heft, 1892, S. 117; Adolf Mayer, landw. Versuchsstationen 41. Bd., 1892, S. 15; Soxhlet, Zentralbl. f. Agrikulturchemie 26. Jahrg., 1897, S. 451; A. Harnoth, ebenda, 32. Jahrg., 1903, S. 551; A. Einecke, ebenda 33. Jahrg., 1904, S. 547; O. Lemmermann und F. Moszeik, Landw. Jahrbücher 33. Bd., 1904, S. 626; S. Gogitidse, Zeitschr. f. Biologie 45. Bd., 1904, S. 353; A. Morgen, Landw. Versuchsstationen 61. Bd., 1904, S. 1 und 62. Bd. 1905, S. 251; H. Lührig, Zeitschr. f. Nahrungs- u. Genußmittel-Unters. 11. Bd., 1906, S. 11; E. Amberger, ebenda 13. Bd., 1907, S. 614; M. Siegfried, ebenda, S. 514; W. v. Knieriem und A. Buschmann, Landw. Jahrbücher 36. Bd., 1907, S. 234 und A. Buschmann, ebenda 37. Bd., 1908, S. 915, 926 und 952.

Ernährung erhaltenen Butterfettes hat dann weiter zu zahlenmäßigen Ausdrücken für die Veränderungen geführt, welche dieser Milchbestandteil durch verschiedene Nahrungsfette erfährt. Hierzu seien einige Beispiele angeführt. Bei der Verabreichung von Sesam-, Kokos- und Mandelöl an Kühe erhielten F. Falke und G. Baumert (S. 589) Butterfette, „welche sich bei der Analyse[1]) wie künstliche Gemische von Butterfett mit den betreffenden Fremdfetten verhielten". V. Henriques und C. Hansen[2]), welche dem Futter zweier Kühe verschiedene Mengen (0,5—0,75—1,0 kg) Leinöl zulegten, fanden, daß infolge dieser Zulagen der Schmelzpunkt, das Lichtbrechungsvermögen und der Oleingehalt sich beträchtlich erhöhten, die Menge der flüchtigen Fettsäuren aber verminderte;[3]) trotzdem gelang es nicht, von einem der charakteristischen Bestandteile des Leinöls, der Sativinsäure, in dem Milchfette mehr als Spuren nachzuweisen. — In den 10 Versuchsreihen, welche von deutschen Versuchsanstalten über die Wirkung des Nahrungsfettes angestellt worden sind (S. 590), machte sich der Einfluß des Reismehlfettes ebenfalls stark bemerkbar;[4]) wie zu erwarten, änderten sich hier die Eigen-

---

[1]) Die Untersuchungen erstreckten sich u. a. auf das Lichtbrechungsvermögen (Refraktion), auf die Bestimmung der Köttsdorferschen Zahl, welche angibt, wieviel Milligramm Kalihydrat nötig sind, um 1 g Fett zu verseifen (Verseifungszahl); sie bezogen sich ferner auf die Reichert-Meißlsche Zahl, die ausdrückt, wieviel ccm Zehntelnormal-Alkalilauge erforderlich sind, um die unter gewissen Bedingungen abdestillierten, wasserlöslichen Fettsäuren zu neutralisieren; ferner wurde noch die Hüblsche Jodzahl ermittelt, deren Höhe einen Anhalt über die Menge der ungesättigten Fettsäuren (Ölsäure, Leinölsäure) gewährt (s. hierzu J. König, Untersuchung landw. und gewerbl. wichtiger Stoffe, Berlin 1906, S. 556). Die verfütterten Öle, wie die aus der jeweils ermolkenen Milch abgeschiedenen Fette, ergaben im Durchschnitt die folgenden Werte:

	Refraktion		Verseifungszahl		Reichert-Meißlsche Zahl		Jodzahl	
	Futterfett	Milchfett	Futterfett	Milchfett	Futterfett	Milchfett	Futterfett	Milchfett
I. Ohne Zulage	—	+2,0°	—	224	—	30,2	—	48,7
II. Sesamöl . .	+17,6°	+5,5	190	205	0,4	16,3	116	53,4
III. Kokosöl . .	— 9,2	—0,6	255	233	8,0	19,3	9	36,2
IV. Mandelöl .	+13,6	+4,0	195	209	0	17,5	98	52,4
V. Ohne Zulage	—	+3,3	—	217	—	23,2	—	42,8

Die Änderungen in der Beschaffenheit des Milchfettes liefen hiernach in jeder Hinsicht parallel mit den Eigenschaften der zugefütterten Öle.

[2]) 44. Bericht des Laboratoriums für landw. Versuche zu Kopenhagen 1899; Zentralblatt für Agrikulturchemie 29. Jahrg., 1900, S. 529.

[3]) Die Leinfütterung führte eine Steigerung der Refraktiometergrade von 50 auf ca. 58° und der Jodzahl von 33 bis auf 58, in einem Falle sogar bis auf 70,4 herbei, wogegen die Zahl für flüchtige Fettsäuren, die normalerweise 24—26 betrug, während der Leinölbeigabe auf 16,4, ja 12,5 fiel. Aus der veränderten Jodzahl (58) würde sich ein Gehalt des Milchfettes von über 17% Leinöl berechnen.

[4]) Für das Reismehlfett war die Jodzahl zu 90,6—92,0, die Reichert-Meißlsche Zahl zu 1,6 und die Verseifungszahl zu 187,6 gefunden worden. (Über die Bedeutung

schaften des Butterfettes nach dem Beginn der Fettfütterung bei den einzelnen Tieren in sehr verschiedenem Umfange und innerhalb sehr verschiedener Zeitdauer und ebenso nahm nach der Entziehung des fettreichen Futters das Butterfett nicht sogleich wieder seine frühere Beschaffenheit an, sondern es verschwand die Wirkung des Reismehlfettes nur allmählich, zuweilen erst nach Wochen. — Mit vereinzelten, wahrscheinlich in der Individualität der Tiere begründeten Ausnahmen[1]) lassen alle diese Untersuchungen erkennen, daß zwischen den Eigenschaften des Nahrungs- und des Milchfettes ein gewisser Zusammenhang besteht, und daß das Nahrungsfett an der Bildung des Milchfettes direkt beteiligt ist. Wohl den sichersten Beweis hierfür haben diejenigen Untersuchungen[2]) erbracht, in denen jodierte Fette verfüttert und geringe Mengen derselben — etwa 5% der verabreichten Menge — in der Milch wiedergefunden wurden.

Wie aus unseren Darlegungen hervorgeht, können an der Bildung des Milchfettes beteiligt sein einerseits die Eiweißstoffe, das Fett und das Glykogen des Körpers, andrerseits das Eiweiß, das Fett und die sonstigen stickstofffreien Stoffe des Futters. Bei dieser Mannigfaltigkeit des Bildungsmaterials war es von vornherein kaum wahrscheinlich, daß eine einzelne Gruppe unter den Nahrungsbestandteilen, wie die Fette, dem Milchfett unter allen Umständen ein charakteristisches Gepräge aufdrücken würden. Bei der großen Masse von Kohlenhydraten, über welche das Milchvieh in der Regel im Futter verfügt, war vielmehr zu erwarten, und die hierüber angestellten Versuche haben es bestätigt, daß immer nur ein Teil des Milchfettes dem Nahrungsfette ähnlich werden kann. Die Fette und Öle des Futters sind ja bekanntlich keine einheitlichen chemischen Verbindungen, sondern Gemenge verschiedener Glyzeride, unter denen nur das Stearin, Palmitin und Olein mit den gleichnamigen Stoffen der tierischen Fette identisch sind. Andere Bestandteile, wie das Phytostearin der

---

dieser Zahlen s. Anm. 3 auf S. 568). Für das Milchfett sind je nach Verabreichung des fettarmen oder fettreichen Futters folgende Werte ermittelt worden:

Versuchsort	Jodzahl		Verseifungszahl		Reichert-Meißlsche Zahl	
	fettarm	fettreich	fettarm	fettreich	fettarm	fettreich
Bonn	38,0	40,8	236,2	223,9	34,6	28,0
Kiel	29,9	38,7	230,7	229,9	30,4	26,2
Weihenstephan	32,0	39,7	229,0	219,5	28,1	26,0
Danzig	30,8	41,1	232,9	232,2	29,9	25,9
Breslau	32,2	39,5	235,2	236,7	28,7	26,2
Darmstadt	35,5	39,9	224,9	229,8	30,9	28,4
Jena	26,5	42,5	230,0	215,0	27,8	21,8
Pommritz	37,2	43,3	230,6	218,8	29,5	23,3
Triesdorf	35,6	44,1	233,0	222,0	24,5	19,7

[1]) Juretschke, Jahresber. für Agrikulturchemie N. F. 16. Jahrg., 1893, S. 401; J. Sebelien, Landw. Versuchsstationen 46. Bd., 1896, S. 259.

[2]) H. Winternitz, Zeitschrift für physiol. Chemie 24. Bd., 1898, S. 442; W. Caspari, Archiv f. Anat. u. Physiol., Supplement 1899, S. 267; S. Paraschtschuk, Berichte aus dem physiol. Lab. des landw. Inst. der Univ. Halle 16. Heft, 1902, S. 117; M. Müller, Fühlings landw. Zeitung 52. Jahrg., 1903, S. 630.

vegetabilischen Fette, gehen überhaupt nicht,[1]) wiederum andere, wie die Sativin- und Leinölsäure (S. 595), nur in Spuren in die Milch über, und selbst von den tierischen Fetten, die nur durch die Einfügung von ein wenig Jod in ihre Verbindung verändert sind, dringen nur geringe Mengen in das Milchfett ein. Im Lichte dieser Beobachtungen scheint es fast, daß man von einem direkten Übergange des Nahrungsfettes in die Milch nur insoweit reden darf, als Stearin, Palmitin und Olein in ihnen vorkommen. Die Milchdrüse ist offenbar nicht imstande, Fette, die dem Organismus fremd sind, zu verarbeiten. Trotz einer gewissen Abhängigkeit, welche zwischen der Beschaffenheit von Nahrungs- und Milchfett unzweifelhaft besteht, behält doch das Milchfett gewisse charakteristische Eigenschaften bei; durch noch so reichliche Verfütterung besonders gearteter Fette läßt sich eine Butter nicht erzeugen, die in allen ihren Teilen dem Nahrungsfett gliche.

c) **Wirkung anderer stickstofffreier Stoffe auf die Milcherzeugung.** — Außer den Fetten und Kohlenhydraten ist von den stickstofffreien Futterbestandteilen, die in einer engeren Beziehung zur Milchbildung stehen könnten, bisher nur noch die Zitronensäure geprüft worden, welche nach den Untersuchungen Th. Henkels[2]) zu den normalen Milchbestandteilen gehört. Nach Fütterungsversuchen, die A. Scheibe[3]) mit Ziegen ausführte und wobei den Tieren bis zu 40 mal soviel Zitronensäure beigebracht wurde, als sie gewöhnlich in der Milch ausschieden, bleibt der Gehalt der Milch an dieser Säure unverändert. Da auch eine weitgehende Nahrungsentziehung auf die Menge der Zitronensäure in der Milch keinen Einfluß hatte, so muß geschlossen werden, daß dieser Milchbestandteil nicht aus der Zitronensäure oder von anderen organischen Säuren stammt, die im Futter vorkommen oder in den Verdauungsorganen gebildet werden, sondern ebenso, wie das Kasein und der Milchzucker, erst in der Milchdrüse erzeugt wird.

6. Sonderwirkung der Futterstoffe.[4]) — Neben der Wirkung, welche normal beschaffene, nicht gifthaltige Futterstoffe durch ihren Gehalt an Nährstoffen ausüben, sollen ihnen nach der Meinung vieler noch besondere Kräfte innewohnen, vermöge deren sie die tierische Produktion vorteilhaft oder nachteilig beeinflussen. So werden manchen Futtermitteln besonders stark mästende Eigenschaften zugeschrieben, andere gelten als hervorragend geeignet für die Erzeugung von Muskelkraft, und vielen wird eine besondere milchtreibende Kraft, besonders häufig aber die Eigenschaft beigelegt, den Fettgehalt der Milch zu erhöhen. Es ist gewiß nicht zu leugnen, daß das, was man als Bekömmlichkeit eines Futtermittels bezeichnet, der Nährwirkung förderlich sein kann (S. 222), und ebenso wahrscheinlich ist es, daß die Eigenschaft der Schmackhaftigkeit nicht bloß steigernd auf den Verzehr, sondern innerhalb beschränkter Grenzen auch auf die Produktion

---

[1]) A. Bömer in J. Königs Chemie der menschlichen Nahr.- und Genußmittel 2. Bd., Berlin 1904, S. 614.

[2]) F. Soxhlet, Münchener medizinische Wochenschrift 1888, Nr. 19.

[3]) Landw. Versuchsstationen 39. Bd., 1891, S. 153.

[4]) A. Morgen, ebenda 77. Bd., 1912, S. 17. J. Hansen, Jahrbuch der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft 1912, S. 46.

günstig einwirkt; denn die Nutztiere sind ja, wenn auch nicht in demselben Umfange wie der Mensch, den besonderen Einflüssen zugänglich, welche viele Futterstoffe auf die Geschmacks- und Geruchsnerven, auf manche Drüsen und andere unter dem Einfluß leicht erregbarer Nerven stehende Organe ausüben. Da das milchproduzierende Tier für allerlei Einwirkungen besonders empfänglich ist, so ist die Möglichkeit gegeben, daß manche Futtermittel die Milchabsonderung nach der einen oder anderen Richtung hin „spezifisch“ beeinflussen.

Die ersten genaueren Untersuchungen hierüber sind in den Jahren 1870 bis 1873 von G. Kühn[1]) ausgeführt worden. Nachdem der Genannte beobachtet hatte, daß nach Zulagen von Bohnenschrot zu einem knappen Grundfutter sich der prozentische Fettgehalt der Milch bei einzelnen Kühen deutlich erhöhte, wiederholte er diese Untersuchungen und benützte dabei als Zulagen außer Bohnenschrot noch entfettetes Palmkernmehl, ein Futtermittel, das schon um jene Zeit in dem Rufe stand, auf die Milch und Butterproduktion günstig einzuwirken. Auch diesmal ging er von einem niedrig bemessenen Grundfutter aus, das aus 7,5 kg Wiesenheu, 1,5 kg Gerstenschrot und 17,5 kg Runkelrüben bestand. Das Nähere über die tägliche Futteraufnahme und die ermolkene Milch geht aus nachstehender Zusammenstellung[2]) hervor:

	Milch in natürlichem Zustande		Milch auf 12 % Trockensubstanz berechnet	
	Menge kg	Fettgehalt %	Menge kg	Fettgehalt %
Kuh Nr. 1.				
1. Grundfutter	12,29	3,15	11,22	3,43
2. Desgl. + 3 kg Palmkernmehl	12,77	3,66	12,43	3,77
3. Desgl. + 3 „ Bohnenschrot .	13,48	3,38	12,88	3,55
4. 12,5 kg Wiesenheu	10,59	3,13	9,66	3,45
5. Desgl. + 3 kg Palmkernmehl	10,59	3,57	9,94	3,75
Kuh Nr. 2.				
1. Grundfutter	11,54	2,99	10,40	3,44
2. Desgl. + 3 kg Palmkernmehl	13,02	3,09	11,73	3,44
3. Desgl. + 3 „ Bohnenschrot .	12,51	2,80	11,00	3,19
4. 12,5 kg Wiesenheu	9,96	2,90	8,81	3,30

Neben einer beträchtlichen Vermehrung des Milchquantums durch die Zulagen tritt uns bei der Kuh Nr. 1 auch eine Erhöhung des prozentischen Fettgehaltes der Milch nach der Fütterung mit Palmkernmehl entgegen, während bei der Kuh Nr. 2 der Fettgehalt der Milch bei Palmkernmehlzulage derselbe blieb wie beim Grundfutter. Die mehrfache Wiederholung dieser Untersuchungen durch G. Kühn hat es nun bestätigt, daß das Palmkernmehl bei einzelnen Tieren eine günstige Wirkung auf den Fettreichtum der Milch ausübt und daß auch die Malzkeime in gleicher Richtung wirken. — Die Frage, ob die Futtermittel auf die Menge und den Fettgehalt der Milch einen außerhalb ihrer all-

[1]) Journal für Landwirtschaft 22. Jahrg., 1874, S. 178 ff.

[2]) Die Zahlen für die Milch sind Durchschnitte der ganzen Perioden.

gemeinen Nährwirkung liegenden Einfluß zu äußern imstande sind, ist dann in der Folgezeit in einer sehr großen Zahl von Versuchen bearbeitet, jedoch in auffällig widersprechender Weise beantwortet worden.[1]) Während von der einen Seite eine sehr deutliche Einwirkung des Futters auf den Fettgehalt der Milch beobachtet wurde, kamen andere bei Verfütterung desselben Futtermittels zu dem entgegengesetzten Resultat und leugneten demzufolge jedweden Einfluß des Futters in der angegebenen Richtung. In letzterem Sinne sprachen besonders deutlich die in ihrer Ausdehnung bis jetzt unübertroffenen, mit großer Umsicht ausgeführten Gruppen-Versuche des landwirtschaftlichen Versuchslaboratoriums zu Kopenhagen, die von N. J. Fjord, F. Friis und V. Storch angestellt worden und untereinander in voller Übereinstimmung stehen, indem sie nämlich zeigen, daß die prozentische Zusammensetzung der Milch größerer Kuhherden von der Art der verabreichten Kraftfuttermittel und von einzelnen Rübenarten nicht wesentlich beeinflußt wird. Drei dieser Reihen haben wir (S. 559, 571 und 586) bereits kennen gelernt, die eine, in welcher Maisschrot, die andere, in der Ölkuchen (1/3 Raps-, 1/3 Palmkern- und 1/3 Sonnenblumensaatkuchen), und eine dritte, in welcher Rüben mit Getreideschrot (halb Gerste, halb Hafer) verglichen worden sind. Zu der Reihe mit Mais hatten im ganzen 370, zu der mit Ölkuchen 480 und zu der mit Rüben 660 Kühe gedient, und jeder Versuch war auf ca. 3 Monate ausgedehnt worden. Wie die (a. a. O.) niedergelegten Zahlen lehren, hatte weder

---

[1]) Als Beispiele seien hier angeführt:

a) Versuche mit Palmkernkuchen und Palmkernmehl von M. Freitag, Zeitschr. des landw. Vereins für die Rheinprovinz 1871, S. 69; G. Kühn, Journal f. Landw. 22. Jahrg., 1874, S. 178; M. Schrodt, Jahresber. d. Agrikulturchemie 30. Bd., 1884, S. 145; Backhaus, Journal für Landw. 42. Jahrg., 1894, S. 305; F. Lehmann, Jahresber. d. Kgl. Landw.-Gesellsch. zu Hannover 1895, S. 102; E. Ramm, Landw. Jahrb. 26. Bd., 1897, S. 693 und Milchzeitung 29. Jahrg., 1900, S. 291; M. Maercker und F. Albert, Landw. Jahrbücher 27. Jahrg., 1898, S. 200; P. Vieth, Milchzeitung 29. Jahrg. 1900, S. 294; O. Lemmermann u. G. Linkh, Landw. Jahrbücher 32. Bd., 1903, S. 559 u. a.

b) Versuche mit Kokoskuchen von H. Werner und A. Stutzer, Landw. Jahrbücher 16. Bd., 1887, S. 819; R. Heinrich, Milchzeitung 20. Jahrg., 1891, S. 252; P. Juretschke, Zentralblatt für Agrikulturchemie 23. Bd., 1894, S. 821; E. Ramm, Landw. Jahrbücher 26. Bd., 1897, S. 693; M. Maercker u. F. Albert, Landw. Jahrbücher 27. Jahrg., 1898, S. 200; O. Lemmermann u. G. Linkh, Landw. Jahrbücher 32. Bd., 1903, S. 559; W. v. Knieriem u. A. Buschmann, ebenda 36. Bd., 1907, S. 185 u. 241 und 37. Bd., 1908, S. 899; J. Hansen, ebenda 35. Bd., 1906, S. 125 und 4. Ergänzungsband hierzu S. 327, sowie 37. Bd., 1908, 3. Ergänzungsband, S. 171.

c) Versuche mit Baumwollsaatmehl von Ritter, Milchzeitung 8. Jahrg., 1879, S. 561; M. Schrodt, ebenda 10. Jahrg., 1881, S. 558 u. 573; J. Hansen, Landw. Jahrbücher 35. Bd., 1906, 4. Ergänzungsband, S. 327; W. v. Knieriem u. A. Buschmann, ebenda 37. Bd., 1908, S. 930. — Eine ausführliche Zusammenstellung und Besprechung von Versuchen über den Einfluß verschiedener Futtermittel auf die Milchproduktion siehe bei O. Lemmermann und G. Linkh, Landw. Jahrbücher 32. Bd., 1903, S. 564.

der Mais, noch die Rüben, noch das Ölkuchengemisch — obschon letzteres recht erhebliche Mengen Palmkernkuchen enthielt — die prozentische Zusammensetzung der unter dem Einfluß dieser Futtermittel ermolkenen Milch geändert; beim Ersatz des Getreideschrotes durch Mais oder Rüben war auch die Milchmenge gleich geblieben, während die Ölkuchen den Milchertrag um 0,85 kg pro Tag und Kuh steigerten, eine Beobachtung, die aber nicht auf eine Sonderwirkung deutet, sondern sich ungezwungen aus dem höheren Proteingehalt der Ölkuchen erklärt; es war hier eben das Getreideschrot durch gleiche Gewichtsmengen Ölkuchen ersetzt, der Nährstoffgehalt der Rationen also geändert worden. — In einer weiteren Reihe von 7 Versuchen mit im ganzen 210 Kühen hatte man grobe Weizenkleie mit Getreideschrot verglichen.[1]) — Auch hier war der Ersatz nicht nach dem Gehalte an verdaulichen Nährstoffen, sondern nach dem Gewicht der Futtermittel erfolgt. Von den 3 Gruppen jeden Versuchs hatte A die höchste Menge Schrot und die niedrigste Menge Kleie, C umgekehrt die größte Menge Kleie und die geringste Menge Schrot erhalten, während die Gruppe B in dieser Hinsicht das Mittel zwischen A und C bildete. Während des Hauptversuchs (s. S. 559) ergaben sich nun folgende Zahlen für die tägliche Menge pro Kopf und die prozentische Zusammensetzung der Milch:

	A	B	C
Milchmenge, kg	21,9	22,1	22,1
Zusammensetzung.			
Fett %	3,04	3,11	3,12
Eiweiß %	3,03	3,07	3,08
Milchzucker %	4,81	4,80	4,79

Ein beachtenswerter Unterschied zwischen den drei verschieden gefütterten Gruppen ist hier nicht aufzufinden, und auch in anderen, gleich ausgedehnten Versuchsreihen, in welchen dieselbe Schrotmischung (halb Gerste, halb Hafer) mit Weizen oder mit Melassefutter (Weizenkleie, Palmkernkuchen und Melasse) verglichen wurde, blieb die prozentische Zusammensetzung, also auch der Fettgehalt der Milch unberührt. In dieser Hinsicht war trotz der außerordentlich verschiedenen Beschaffenheit der mit dem Getreideschrot in Vergleich gestellten Futtermittel von einer Sonderwirkung nichts wahrzunehmen. Unterschiede in der Milchmenge, welche — von den Versuchen mit Ölkuchen abgesehen — nur in sehr geringem Umfange auftraten, erklären sich aus den Abweichungen im Nährstoffgehalt[2]) der einander gegenüber gestellten Rationen und können daher ebenfalls nicht auf einen besonderen Einfluß der miteinander verglichenen Futtermittel zurückgeführt werden.

---

[1]) 29. Beretning fra den Kgl. Veterinaer- og Landbohojkoles Laboratorium for landökonomiske Forsög 1904; Zentralblatt f. Agrikulturchemie 24. Jahrg., 1895, S. 382.

[2]) Bei der Gepflogenheit der weiter oben genannten dänischen Forscher, bei ihren Versuchen das Getreideschrot durch gleiche Gewichtsmengen der zu prüfenden Futtermittel (bei Rüben durch gleiche Trockensubstanzmengen) zu ersetzen, waren Abweichungen im Nährstoffgehalt der einander gegenübergestellten Rationen nicht zu vermeiden.

In vollständigem Gegensatz zu den eben erwähnten Arbeiten des Kopenhagener Versuchslaboratoriums stehen eine Reihe von Versuchen, die in den letzten Jahren von J. Hansen[1]) ausgeführt worden sind. Während man in Dänemark stets mit einer sehr großen Zahl von Tieren und nach dem Gruppensystem experimentierte, sehr lange Perioden einhielt und nur mäßige Futtermengen verabfolgte, beschränken sich die Versuche Hansens auf eine geringere Anzahl Versuchstiere (bis 10), die nach dem Periodensystem behandelt und immer nur je 14 Tage lang mit dem zu prüfenden Futtermittel gefüttert wurden. Von jedem dieser 14tägigen Versuchsabschnitte rechnete man 7 Tage als Übergangszeit und 7 Tage als eigentliche Versuchszeit, in welcher die Sonderwirkung der Futtermittel zum Ausdruck gekommen sein sollte. Dabei hielt man sich an das sogenannte Abmelkverfahren, indem man so große Futtermengen verabreichte, daß nicht bloß der Milchertrag auf der vollen Höhe erhalten blieb, sondern die Kühe auch gleichzeitig gemästet wurden. Auch von den zu prüfenden Futtermitteln waren stets sehr hohe Mengen, bis zu 7 kg auf 1000 kg Lebendgewicht verfüttert worden. — Was die Ausführung dieser Versuche im einzelnen betrifft, so ist man mit sehr großer Sorgfalt und Umsicht zu Werke gegangen, indem man das Futter für jede Kuh und jede Mahlzeit gesondert auswog und besonders darauf achtete, daß jedes Tier nur das ihm zugeteilte Futter aufnehmen konnte; durch Verwendung von Torfstreu war einem etwaigen Verzehr von Strohstreu vorgebeugt. Da auch sonst alles getan worden war, was derartige Arbeiten erfordern, so muß hervorgehoben werden, daß sich diese Versuche aufs vorteilhafteste von vielen anderen gleich gerichteten unterscheiden, die unter den gewöhnlichen Verhältnissen landwirtschaftlicher Betriebe ausgeführt worden sind. Die Ergebnisse sind in Nachstehendem nach Ausschaltung des Einflusses der fallenden Laktation zusammengestellt:

	Milchmenge	Fettmenge
Versuchsreihe I, 1903/04 (3 Kühe).		
Reihe A.		
Weizenkleie	16,64 kg = 100	586 g = 100
Maizena	17,73 „ = 107	602 „ = 103
Palmkernkuchen . . .	16,47 „ = 99	670 „ = 114
Kokoskuchen	16,65 „ = 100	655 „ = 112
Reihe B.		
Weizenkleie	14,69 „ = 100	591 „ = 100
Kokosbruch	14,59 „ = 99	645 „ = 109
Entöltes Palmkernmehl	14,82 „ = 101	631 „ = 107
Versuchsreihe II, 1903/04 (4 Kühe).		
Weizenkleie	14,35 „ = 100	508 „ = 100
Maizena	15,33 „ = 107	521 „ = 103
Mais	14,99 „ = 104	502 „ = 99

[1]) Landw. Jahrbücher 35. Bd., 1906, S. 145 u. 157. Deutsche landw. Tierzucht 1905, Nr. 40 u. 41; Landw. Jahrbücher 35. Bd., 1906, 4. Erg.-Bd., S. 336 und 37. Bd. 1908, 3. Erg.-Bd., S. 197, sowie 40. Bd., 1911, 1. Erg.-Bd., S. 129.

	Milchmenge	Fettmenge
Versuchsreihe III[1]**, 1904/05 (5 Kühe).**		
Weizenkleie	16,82 kg = 100	535 g = 100
Kokoskuchen	16,89 „ = 100	585 „ = 109
Weizenkleie	16,03 „ = 100	524 „ = 100
Maizena	17,20 „ = 107	527 „ = 101
Weizenkleie	15,70 „ = 100	516 „ = 100
Entöltes Palmkernmehl	16,39 „ = 104	581 „ = 113
Weizenkleie	14,96 „ = 100	493 „ = 100
Palmkernkuchen . . .	15,71 „ = 105	570 „ = 116
Versuchsreihe IV[2]**, 1905/06 (10 Kühe).**		
Reihe A.		
Erdnußkuchen . . .	18,08 „ = 100	516 „ = 100
Baumwollsaatmehl . .	17,75 „ = 98	545 „ = 106
Leinkuchen	18,24 „ = 101	549 „ = 106
Kokoskuchen	18,33 „ = 101	595 „ = 115
Reihe B.		
Erdnußkuchen . . .	16,06 „ = 100	383 „ = 100
Rapskuchen	16,62 „ = 104	395 „ = 103
Sesamkuchen	15,52 „ = 97	363 „ = 95
Palmkuchen	16,11 „ = 100	480 „ = 125
Mohnkuchen	15,87 „ = 99	336 „ = 88
Versuchsreihe V, 1906/07 (10 Kühe).		
Reihe A.		
Gerste	16,62 „ = 100	604 „ = 100
Weizenkleie	16,98 „ = 102	641 „ = 106
Roggenkleie	16,41 „ = 99	587 „ = 97
Roggen	16,45 „ = 99	601 „ = 100
Reihe B.		
Gerste	16,13 „ = 100	585 „ = 100
Reisfuttermehl . . .	16,42 „ = 102	501 „ = 86
Hafer	16,86 „ = 105	555 „ = 95
Mais	16,53 „ = 102	577 „ = 99
Maizena	17,21 „ = 107	598 „ = 102
Versuchsreihe VI, 1908/09.		
Reihe A (11 Kühe).		
Gerste	16,97 „ = 100	502 „ = 100
Trockentreber. . . .	17,16 „ = 101	531 „ = 105

---

[1]) In dieser Reihe war die Fütterung mit Weizenkleie nach jedem Versuch mit einem der anderen Futtermittel wiederholt worden.

[2]) Die Menge der zugeführten Nährstoffe war von hier ab nach dem Gehalt an Stärkewert berechnet und letzterer, wie schon vorher die Eiweißzufuhr, in allen Perioden auf tunlichst gleicher Höhe gehalten worden.

	Milchmenge	Fettmenge
Roggenschlempe . . .	16,47 kg = 97	493 g = 98
Malzkeime	17,27 „ = 102	502 „ = 100
Maisschlempe . . .	17,50 „ = 104	559 „ = 111
Reihe B (10 Kühe).		
Gerste	15,74 „ = 100	449 „ = 100
Wicken	15,99 „ = 102	472 „ = 105
Erbsen	16,03 „ = 102	486 „ = 108
Bohnen	15,73 „ = 100	470 „ = 104
Versuchsreihe VII, 1909 (3 Kühe).		
Leinkuchen	13,14 „ = 100	453 „ = 100
Sojakuchen	13,53 „ = 103	448 „ = 99
Versuchsreihe VIII, 1909/10 (8 Kühe).		
Erdnußkuchen . . .	22,20 „ = 100	721 „ = 100
Hanfkuchen	22,18 „ = 100	705 „ = 98
Sonnenblumenkuchen .	22,48 „ = 101	693 „ = 96
Sojakuchen	22,57 „ = 102	693 „ = 96
Versuchsreihe IX, 1909/10 (10 Kühe).		
Weizenkleie	15,16 „ = 100	517 „ = 100
Maiskuchen I . . .	15,29 „ = 101	507 „ = 98
Maiskuchen II . . .	15,01 „ = 99	504 „ = 97
Leindotterkuchen . . .	14,62 „ = 97	413 „ = 79

Wie besonders hervorgehoben werden muß, zeigt sich in allen den Fällen, in denen das gleiche Futtermittel mehrfachen Versuchen unterworfen wurde, eine sehr befriedigende Übereinstimmung in der Wirkungsweise; so u. a. in den Versuchen mit Maizena, Palmkernkuchen, entöltem Palmkernmehl und Kokoskuchen, die mit Weizenkleie verglichen worden waren. Überblickt man die Ergebnisse der Versuche, so ist zu ersehen, daß Maizena, in schwächerem Grade auch Mais und Hafer die Milchmenge erhöhten, den prozentischen Fettgehalt der Milch aber entsprechend herabdrückten, so daß die Fettmenge ganz oder annähernd gleich blieb. Andere Futtermittel, wie die Palmkernkuchen, Palmkernschrot, Kokoskuchen und Maisschlempe, in bescheidenem Maße auch Leinkuchen, Baumwollsaatmehl und Trockentreber, sowie die Hülsenfrüchte (Wicken und Erbsen) erhöhten bei gleichbleibender oder wenig veränderter Milchmenge den prozentischen Fettgehalt und steigerten damit auch die ermolkene Fettmenge. Von einigen Futterstoffen wurde dagegen bei wenig veränderter Milchmenge der prozentische Fettgehalt und damit auch die Fettmenge deutlich vermindert. Am ausgesprochensten trat diese Wirkung bei Leindotter- und Mohnkuchen ein, zeigte sich im vorliegenden Falle aber auch bei Reisfuttermehl.[1]) Bei noch anderen Futtermitteln war eine aus-

[1]) Bezüglich dieses Futtermittels sei bemerkt, daß nach den S. 590 angeführten 10 Versuchsreihen, in denen Reis- und Roggenfuttermehl miteinander verglichen wurden, das Reisfuttermehl sich in zwei Reihen (Danzig und Jena) zwar ebenso verhielt wie in

gesprochene Sonderwirkung nicht oder nicht so deutlich zu erkennen. Immerhin schienen Rapskuchen die Milchproduktion günstiger zu beeinflussen wie Erdnußkuchen, was noch mehr für die Leinkuchen und das Baumwollsaatmehl zutraf. Hanfkuchen standen den Erdnußkuchen gleich; für Sonnenblumenkuchen galt dies nur hinsichtlich der Milchmenge, während die Fettmenge etwas ungünstiger beeinflußt wurde. Weizenkleie wirkte besser wie Roggenkleie, Roggenschlempe oder Roggen, welche drei Futtermittel einander ziemlich gleichkamen. Die Maiskuchen erwiesen sich etwa gleichwirkend wie die Weizenkleie, deckten sich in ihrer Wirkung aber nicht mit Maizena, die den Fettgehalt nicht beeinflußte.

Im Vergleich zu der großen Zahl von Versuchen anderer (S. 599, Anm. 1) zeigten sich in den Versuchen Hansens Unterschiede zwischen den Ergebnissen verschiedener Kühe, die auf die Individualität der Tiere zu schieben wären, fast in keinem einzigen Falle. Die Sonderwirkung, die man in einer dieser 9 Versuchsreihen von einem bestimmten Futtermittel beobachtet hatte, trat bei einer Wiederholung des Versuchs auch in der anderen Versuchsreihe auf. Die Versuche beweisen daher unleugbar, daß manche Futtermittel einen beachtenswerten Einfluß auf die Fettabsonderung in der Milch haben. Ebenso sicher aber steht es, daß in den großen Versuchsreihen des Kopenhagener Instituts kein solcher Einfluß hervorgetreten ist. Diesen Widerspruch aufzuklären, muß weiteren Untersuchungen überlassen werden. Vielleicht ist die Ursache in den verschiedenen Mengen zu suchen, in denen man die zu prüfenden Futtermittel verabreichte, vielleicht hat, wie behauptet worden ist, die fettsteigernde Wirkung der Futterstoffe keine längere Dauer; infolge der Milchabnahme während der Laktation könnte sie über kurz oder lang ihr Ende erreichen.

Daß eine Erhöhung des Fettgehaltes der Milch durch bestimmte Futtermittel aber tatsächlich eintreten kann, ist erst vor kurzem durch eine an 8 landwirtschaftlichen Instituten[1]) für Palmkernkuchen bezw. -Mehl mit 186 Kühen verschiedener Rassen einwandfrei bewiesen worden. Das genannte Futtermittel war in täglichen Gaben von mindestens 2 kg pro Kopf verfüttert und mit einem Gemisch aus Maisschrot und Erdnußmehl von genau gleichem Nährstoffgehalt verglichen worden. Fast ausnahmslos bei sämtlichen Kühen wurde nach der Verabreichung der Palmkuchen mehr Fett in der Milch erhalten, während die Milchmenge im Durchschnitt aller Versuche gleich blieb, im einzelnen aber etwas schwankte, wie die nachstehenden Ergebnisse zeigen:

---

der V. Reihe Hansens, im übrigen aber in einzelnen Reihen die Milchmenge erhöhte, in anderen erniedrigte und den prozentischen Fettgehalt in 4 Reihen erhöhte, in 5 Reihen erniedrigte und in einer Reihe unverändert ließ. Man sieht, wie verschiedenartig die Wirkung eines und desselben Futtermittels ausfallen kann.

[1]) Eichloff in Greifswald, Cl. Grimme in Hamburg, Th. Henkel in Weihenstephan, F. Honcamp in Rostock, H. Immendorff in Jena, A. Kleemann in Triesdorf, H. Neubauer in Bonn, M. Popp in Oldenburg und M. Schmöger in Danzig. Allgemeiner Bericht von Kellner, Berichte über Landwirtschaft, herausgegeben im Reichsamte des Innern, Heft 21 und Heft 24, 1911.

Versuch zu	Rasse	Palmkernkuchen bzw. -Mehl im tägl. Futter pro Kuh	Bei Mais-Erdnußmehl zu erwarten		Bei Palmkuchen erhalten		Mehr (+) oder Minder- (—) Ertrag bei Palmkernkuchen bezw. -Mehl	
		kg	Milch kg	Milchfett %	Milch kg	Milchfett %	Milch kg	Milchfett g
Bonn	Wesermarsch .	3,4	21,30	3,24	21,01	3,58	—0,29	+ 62
Danzig	Ostpreußische Holländer .	2,0	10,32	2,97	10,90	3,25	+0,58	+ 48
Greifswald	Schwarzbunt. Tiefland .	2,0	10,01	3,05	10,33	3,17	+0,28	+ 22
Hamburg	Ostfriesen .	2,2	18,57	3,17	18,59	3,51	+0,09	+ 64
Jena	Simmentaler	2,3	10,32	3,68	10,28	3,85	—0,04	+ 15
Triesdorf	Simmentaler	2,5	8,53	3,51	8,59	3,78	+0,06	+ 25
Weihenstephan	Simmentaler	2,6	7,15	4,05	7,17	4,21	+0,02	+ 13

Am stärksten war hiernach die Steigerung der Fettmenge bei den Niederungsrassen in Bonn und Hamburg, wo in beiden Fällen der prozentische Fettgehalt sich um 0,34 % hob und der höchste Mehrertrag an Fett, 62—64 g täglich von jeder Kuh erzielt wurde. Hier war zum Unterschiede von den übrigen Versuchsreihen eine Futtermenge (14,4—14,9 kg Stärkewert bei genügendem Eiweißgehalt) verabreicht worden, wie sie nur in Abmelkwirtschaften üblich ist; auch waren hier in beiden Fällen Tiere von hoher Milchergiebigkeit (21,3 bezw. 18,57 kg) zum Versuch benutzt worden, und beide Umstände, das reichliche Futter und die hohe Leistungsfähigkeit der Kühe, mögen hier der Wirkung des Palmkernmehles Vorschub geleistet haben. — Die schwächste Steigerung erfuhr die Menge des Milchfettes in Jena, Triesdorf und Weihenstephan, wo hauptsächlich Simmentaler Kühe von nicht hervorragender Milchleistung benutzt worden waren und man auch in betreff der Futtermengen das gewöhnliche Maß nicht überschritten hatte. Der prozentische Fettgehalt hatte hier nur eine Steigerung um 0,19, 0,27 bezw. 0,16 % und die Fettmenge um 18, 25 bezw. 13 g erfahren. Milchreiche Tiere sind hiernach im allgemeinen der Sonderwirkung der Palmkuchen zugänglicher als Kühe von niedrigem Milchertrage.

Die Sonderwirkung der Palmkuchen machte sich nun nicht sofort nach dem Übergange zur Palmkuchenfütterung bemerkbar, sondern trat, mit Ausnahme des Versuchs in Bonn, wo die höchste Palmkuchenmenge (3,4 kg) verfüttert wurde, erst 14—20 Tage nach dem Futterwechsel ein. Diese Beobachtung ist für die zukünftige Ausführung derartiger Versuche besonders wichtig und erklärt, warum manche ältere Forschungen Sonderwirkungen der Palmkernkuchen und anderer Futtermittel nicht erkennen ließen, aus der Kürze der Beobachtungsdauer.

Nachdem hiermit von einem Futtermittel wenigstens mit aller Sicherheit nachgewiesen worden ist, daß es den Fettgehalt der Milch zu beeinflussen im-

stande ist, und das gleiche nach den vorliegenden Beobachtungen wohl auch von den Kokoskuchen anzunehmen ist, wird es die Aufgabe der weiteren Forschung sein, auch die übrigen Futterstoffe in dieser Richtung einer erneuten Prüfung zu unterziehen. Wichtige Fingerzeige hierzu liefern bereits die Beobachtungen Hansens (S. 604).

7. Wirkung von Würz- und Reizstoffen. — Von A. Morgen[1]) und seinen Mitarbeitern ist festgestellt worden, daß unter gewissen Umständen die Milchproduktion von den in Fenchel, Anis, Heudestillat und manchen Futtermitteln vorhandenen, riechenden und schmeckenden Stoffen günstig beeinflußt wird. Der genannte Forscher verglich bei Milchschafen und Ziegen die Wirkung eines sogenannten Normalfutters, das zum Teil aus sehr gutem Wiesenheu bestand, mit einem Mischfutter, das aus Stroh, Stärkemehl, Kleber, Troponabfällen, Heuasche usw. (S. 592) zusammengesetzt, eine sehr fade Nahrung darstellte und nur mit besonderen Maßregeln den Tieren beigebracht werden konnte. Beide Rationen enthielten gleiche Mengen verdauliche Nährstoffe und kamen im Stärkewerte einander nahe. Es zeigte sich nun in einer großen Zahl von Einzelversuchen, daß bei Mischfutter nicht derselbe Ertrag an Milch und Milchbestandteilen zu erzielen war, wie bei Normalfutter. Wurde darauf ein Teil des Mischfutters durch Fenchel, Anis, Heudestillat und Heuextrakt, sowie Malzkeime ersetzt, ohne den Gehalt der Ration an verdaulicher Substanz zu ändern, so stieg nach G. Fingerling[2]) die Milchproduktion, wie die folgenden Beispiele lehren:

Tierart	Zulage zum Mischfutter	Milchmenge g	Trockensubstanz g	Fett g	Zucker g	Asche g	Stickstoff g
Schaf 19	Malzkeime	791,4	128,1	43,0	36,9	6,9	6,6
„ „	Ohne Zulage	789,6	117,4	32,7	36,2	7,0	6,5
Durch die Zulage mehr (+) oder weniger (—)		+1,8	+10,7	+10,3	+0,7	—0,1	+0,1
Schaf 19	Bockshornklee	779,5	117,4	33,5	35,4	6,8	6,5
„ „	Ohne Zulage	789,5	117,4	32,7	36,2	6,9	6,5
Durch die Zulage mehr (+) oder weniger (—)		—10,1	—	+0,8	—0,8	—0,1	—
Ziege 15	Heudestillat	1729,3	180,8	46,8	82,4	12,8	7,1
„ „	Ohne Zulage	1526,6	160,8	38,9	72,3	11,1	6,3
Durch die Zulage mehr (+) oder weniger (—)		+202,8	+20,2	+7,9	+10,1	+1,7	+0,8
Ziege 15	Fenchel	1679,8	175,0	45,5	78,5	15,1	5,8
„ „	Ohne Zulage	1526,6	160,6	38,9	72,4	11,1	6,3
Durch die Zulage mehr (+) oder weniger (—)		+153,2	+14,4	+6,6	+6,1	+4,0	—0,5

[1]) Landw. Versuchsstationen 61. Bd., 1904, S. 1.
[2]) Ebenda 62. Bd., 1905, S. 11.

Die schmeckenden und riechenden Stoffe, welche in die faden Mischfutterrationen eingeführt wurden, haben mit Ausnahme des Bockshornklees eine deutliche Steigerung des Milchertrages herbeigeführt und — was für ihre Wirkungsweise charakteristisch zu sein scheint — die Absonderung von Milchfett einseitig günstig beeinflußt. Diese Wirkung ging nach dem Berichte A. Morgens bei fetthaltigem Mischfutter soweit, daß nahezu dieselben Erträge erreicht wurden, wie bei Normalfutter. Weitere Untersuchungen G. Fingerlings[1]) zeigten, daß es zwecks Verbesserung des reizlosen Mischfutters nicht einmal notwendig war, die Fenchelsamen selbst zum Verzehr zu bringen, sondern daß es schon genügte, wenn dem Mischfutter lediglich das Aroma des Fenchels einverleibt wurde; es geschah dies durch Einlagen von kleinen mit den Samen gefüllten Papierbeuteln in das Mischfutter, wobei letzteres nach einiger Zeit den Fenchelgeruch annahm. Wie der Genannte ferner feststellte, erzielt man auch durch Zugaben von Kochsalz zu reizlosem Futter eine volle Wirkung. Die täglich von einer Ziege ermolkene Milch und deren Gehalt stellte sich nämlich bei Mischfutter mit und ohne Kochsalz auf folgende Zahlen in Gramm:

	Milchmenge	Trockensubstanz	Fett	Milchzucker	Asche	Stickstoff
Mit Kochsalz . . .	693	88,5	29,6	27,8	5,4	4,0
Ohne „ . . .	550	71,2	23,1	22,6	4,6	3,3
Durch Kochsalz mehr	143	17,3	6,5	5,2	0,8	0,7

Wie Morgen und Fingerling selbst ausführen, ist den vorgeführten Beobachtungen bei allem Interesse, das ihnen zukommt, praktische Bedeutung nicht zuzuerkennen; denn unter gewöhnlichen Verhältnissen sind in den meisten Futtermitteln Stoffe der oben bezeichneten Art bereits in so großer Menge vorhanden, daß Zulagen in der Form von Fenchel, Anis, aromatischen und bitterschmeckenden Kräutern, Wurzeln und Beeren keine Wirkung mehr ausüben. Auch hierüber geben einige Untersuchungen von G. Fingerling[2]) Auskunft. Wurden einmal zu normalen, das andere Mal zu beregnetem Heu kleine Mengen von Fenchel verabreicht, so stellte sich die Milchproduktion bei einer Ziege auf folgende Werte:

	Milchmenge g	Trockensubstanz g	Fett g	Zucker g	Asche g	Stickstoff g
Beregnetes Heu:						
mit Fenchel . . .	1459,7	153,6	42,7	68,9	10,5	5,6
ohne „ . . .	1326,4	139,0	35,6	64,5	9,1	5,1
mit Fenchel mehr .	133,3	14,6	7,1	4,4	1,4	0,5
Nicht beregnetes Heu:						
mit Fenchel . . .	1809,0	210,1	61,7	89,3	13,4	7,4
ohne „ . . .	1840,0	209,1	59,8	87,4	13,6	7,8
Mit Fenchel mehr (+) oder weniger (—)	—31,0	+1,0	+1,9	+1,9	—0,2	—0,4

[1]) Landw. Versuchsstationen 67. Bd., 1907, S. 253.

[2]) Ebenda 64. Bd., 1906, S. 299.

Das nicht beregnete Heu war also an Würzstoffen an sich schon so reich, daß die Fenchelzugabe wirkungslos blieb.

Daß unter praktischen Verhältnissen, selbst wenn nur ein Teil der Futterstoffe eine normale Beschaffenheit besitzt, die Zugabe von aromatischen, bitterschmeckenden und anderen, die Milchbildung vermeintlich befördernden Stoffen (Milchpulvern) wirkungslos ist, wird weiter durch eine große Zahl besonderer Versuche bewiesen. So haben E. Heß, Schaffer und Bondzinski[1]) die hauptsächlichsten Bestandteile des sogenannten „Milchtrankes“ geprüft, der von kleineren Landwirten oft zur Vermehrung des Milchertrages benützt wird und sich aus den Samen des Fenchels, des Anis, des Kümmels, aus Wacholderbeeren, Kalmus- und Enzianwurzel zusammensetzt. Alle diese Stoffe wurden einzeln in mehrfachen Versuchen an milchgebende Tiere in der Form von Aufgüssen und in Mengen verfüttert, wie sie in der Praxis angewandt werden; es trat aber weder im Allgemeinbefinden, noch im Milchertrage irgend eine vorteilhafte Wirkung hervor. Nur als Anis, das eine Mal in Mengen von 200 g, das andere Mal zu 700 g, verabfolgt wurde, stellten sich die Erscheinungen des Magenkatarrhs ein; das Milchquantum sank bedeutend und die Gerinnungsfähigkeit der Milch bei Labbehandlung nahm zu. Bei der Verfütterung des Fenchels ließen sich geringe Mengen Fenchelöl in der Milch nachweisen. — Ein Geheimmittel, Champion Spice, das aus gemahlenen Abfällen verschiedener Drogen, Bockshornklee, Koriander, Anis, Cuminum cyminum u. a. bestand und von M. Schrodt[2]) an 2 Kühe verfüttert wurde, brachte keine Vermehrung, sondern eine Abnahme der Menge und Güte der Milch hervor. Vollkommen wirkungslos erwiesen sich weiter in Versuchen, welche Fröhner[3]) mit 6 Kühen verschiedener Rassen und 2 Ziegen anstellte, die schon genannten Samen, Fenchel, Kümmel und Wacholderbeeren, ferner das doppeltkohlensaure Natron, die Schwefelblumen und das Schwefelantimon, welche alle drei beliebte Bestandteile der Geheimmittel sind. Ähnliches beobachteten ferner O. Lemmermann und G. Linkh[4]), die zu einem aus Luzerneheu, Runkelrüben und Kartoffeln bestehenden Grundfutter je 25 g Fenchel, Anis, Wacholder und Kümmel zulegten; bei dem einen der beiden Versuchstiere war die abgesonderte Milch- und Fettmenge um einen geringen Betrag erhöht und der prozentische Fettgehalt unverändert geblieben, während bei dem anderen Tiere außer einer geringen Abnahme der absoluten Fettmenge keine Wirkung der Zulage zu erkennen war. — Ein Gemisch von Fenchel- und Anissamen, Gaisraute (Galega officinalis), Jaborandiblättern, einem Eisenpräparat (Ferrum carbonicum saccharatum), phosphorsaurem Kalk, Kochsalz usw., welches unter dem Namen „Lactogenin“ vertrieben wird, wurde von E. Heß und Moser[5]) an 5 Kühen geprüft und zeigte nicht die geringste Wirkung auf die Milchabsonderung. In

---

[1]) Landw. Jahrbuch der Schweiz 1888.

[2]) Zentralblatt f. Agrikulturchemie 12. Jahrg., 1883, S. 826.

[3]) Monatshefte für die Tierheilkunde 2. Bd., 1891, S. 408.

[4]) Landw. Jahrbücher 32. Bd., 1903, S. 559.

[5]) Jahresbericht der landw. Schule Rütti, Bern, Sept. 1904.

den eben erwähnten Jaborandiblättern, die in Geheimmitteln öfter vorkommen, ist ein Stoff, das Pilocarpin, enthalten, der auf die Speichel- und Schweißdrüsen, zuweilen auch auf die Tränen- und die Schleimdrüsen der Nase einen starken Reiz ausübt, aber diese intensiv wirkende Substanz, auf welche die Bezeichnung „Reizstoff“ viel besser paßt als auf riechende, schmeckende oder manche andere Futterbestandteile, läßt nach den Beobachtungen verschiedener Forscher[1]) die Menge und Beschaffenheit der Milch unbeeinflußt.

Gegenüber einem so erdrückenden Beobachtungsmaterial läßt sich den Stoffen vorbezeichneter Art eine Bedeutung, die zu besonderen Maßnahmen bei der Fütterung des Milchviehes Anlaß geben könnte, nicht zuerkennen. In allen den Versuchen, die im vorangegangenen angeführt sind, waren gewöhnliche, aus Heu und Wurzelgewächsen bestehende Rationen mit oder ohne etwas Kraftfutter verabfolgt worden, und alle diese Rationen waren, nach den Erfolgen der Fütterung zu urteilen, an Stoffen der in Rede stehenden Art reich genug, um den verdaulichen Nährstoffen ihre volle Wirkung zu sichern. Wo man es also mit normalem Futter und gesunden Tieren zu tun hat und nicht ausschließlich ausgelaugtes, fades oder verdorbenes Material zum Verzehr bringt, da bedarf es einer Beigabe von Würzstoffen oder Reizmitteln nicht. Der beste Würzstoff ist und bleibt ein gutes aromatisches Heu. Wo dieses fehlt, erzielt man schon mit Kochsalzzugaben guten Erfolg.

8. Die Wirkung gesundheitsschädlicher Futterstoffe. — Alle Futterstoffe, welche Gesundheitsstörungen hervorrufen können, selbst wenn sie in Mengen genossen werden, die zu einer äußerlich wahrnehmbaren Veränderung des Allgemeinbefindens der Tiere noch nicht führen, sind geeignet, die Menge und den Fettgehalt der Milch herabzusetzen. So hat der Verfasser erfahren, daß ein Erdnußmehl, welches geringe Mengen Rizinusmehl enthielt und dessen Verfütterung nur bei einzelnen Tieren eines Stalles Verdauungsstörungen zur Folge hatte, den Fettgehalt der Milch des ganzen Stalles um nahezu 1 % verminderte. Die gleiche Wirkung, welche man des öfteren nach der Verabreichung von Mohnkuchen beobachtet hat (S. 602), dürfte sehr wahrscheinlich auf die Gegenwart der giftigen Opiumalkaloide in diesem Futtermittel (S. 380) zurückzuführen sein, und der nachteilige Einfluß, welchen verdorbene Futtermittel auf die Milchproduktion äußern, ist sicherlich den gesundheitsschädlichen Stoffen zuzuschreiben, welche von den Schimmelpilzen und Bakterien in den Futtermitteln selbst oder nach deren Verzehr im Futterbrei erzeugt werden. Schädlichen Einflüssen dieser Art ist das milchproduzierende Tier zumeist in höherem Maße ausgesetzt, wie das Mast- oder Arbeitsvieh.

---

[1]) Fr. Hammerbacher, Archiv für die ges. Physiol. 33. Bd., 1884, S. 228; Marmé, Nachrichten der Kgl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, 1878, S. 122; Stumpf, Archiv für klin. Medizin 30. Bd., 1888, S. 201; Fröhner, Monatshefte für Tierheilkunde 2. Bd., 1891, S. 408.

6. Das Futter der milchgebenden Tiere.

Wenn man die Ergebnisse der zahlreichen Untersuchungen überblickt, die über den Einfluß des Futters auf die Menge und Beschaffenheit der Milch ausgeführt worden sind, so erkennt man, daß diesem Einfluß in beiden Beziehungen gewisse Grenzen gezogen sind. Die ursprüngliche natürliche Anlage des weiblichen Säugetieres geht nur soweit, den neugeborenen Tieren genügendes und passend zusammengesetztes Material für Lebensunterhalt und Organwachstum solange in der Milch zu liefern bis die Jungen die Fähigkeit erlangt haben, eine genügende Menge anderer Nahrung aufzunehmen und zu verwerten. In dieser natürlichen Anlage, die durch Zuchtwahl erweitert werden kann und erweitert worden ist, finden wir die Erklärung für eine ganze Reihe von Beobachtungen über die Laktationsdauer und die Veränderungen, welche das Futter in der Menge und Zusammensetzung der Milch bewirken kann. Von dem Standpunkte aus, den uns die natürliche Aufgabe des Muttertieres zuweist, erscheint es durchaus zweckwidrig, wenn jede Änderung der Menge und Zusammensetzung des Futters von einem großen Wechsel in der Menge und Beschaffenheit der Milch begleitet wäre. Das saugende, wie jedes andere in rascher Entwicklung begriffene Tier gedeiht eben am besten, wenn ihm eine gleichmäßige, nur mit dem Bedarf sich allmählich ändernde Menge zweckmäßig zusammengesetzter, in ihren Bestandteilen nicht schroff wechselnder Nahrung geboten wird. Wäre die zur Absonderung gelangende Milch nach ihrer Menge und Beschaffenheit unmittelbar und allein abhängig von der Nahrungszufuhr, so könnte es vorkommen, daß eine Kuh heute 3 und morgen 15 l Milch, bald solche mit 8, bald mit 2% Fett erzeugen oder an dem einen Tage geringe, am anderen übermäßig große Mengen Protein oder Mineralstoffe in der Milch ausscheiden würde. Daß unter solchen Verhältnissen das Wachstum und die Gesundheit der saugenden Tiere Störungen erleiden würden, liegt auf der Hand.

Die Gleichmäßigkeit des Nahrungsstromes, welcher den jungen Tieren in der Milch zufließt, wird nun dadurch gewährleistet, daß einerseits zwischen dem Futter des Muttertieres und dem milchbildenden Organ eine Art Regulator, sozusagen ein regulierendes Reservoir, der K ö r p e r, eingeschaltet ist und andrerseits die Milch nicht auf mechanischem Wege aus den Säften des Körpers abgeschieden wird, sondern ein v e r f l ü s s i g t e s O r g a n darstellt, zu dessen Wachstum nur bestimmte Stoffe in nur wenig wechselnder Mischung Verwendung finden können. Reicht das Futter eine Zeitlang zu der erforderlichen M i l c h m e n g e nicht aus, so tritt Körpersubstanz des Muttertieres an die Stelle der fehlenden Nährstoffe und wird bis zu weitgehender Abmagerung des Mutterleibes zur Milchbildung herangezogen, während umgekehrt, wenn im Futter mehr dargeboten wird, als nach der Anlage und dem Zustande des Muttertieres in Milch umgewandelt werden kann, der Überschuß bis zu einer gewissen Grenze im Körper des Muttertieres als Vorrat für Zeiten der Not niedergelegt wird. Diese Regulierung der Milchmenge, auf welche auch die Häufigkeit und Vollständigkeit des Entzuges der Milch aus dem Euter einen Einfluß besitzt, vollzieht sich selbstverständlich nicht so, daß

jeder geringe Mangel oder Überschuß an Nahrung den Körper des milchproduzierenden Tieres sogleich in Mitleidenschaft zieht, sondern der Körper wird als Stoffreservoir nur dann in Anspruch genommen, wenn die Menge des gesamten Futters oder einzelner Nährstoffe unter ein gewisses Minimum sinkt oder ein gewisses Maximum überschreitet. Für die Milchmenge, welche ein Tier erzeugen kann, ohne Körpersubstanz in beträchtlicher Menge zu verbrauchen oder anzusetzen, ist nämlich ein gewisser Spielraum gelassen, innerhalb dessen passend und gleich zusammengesetzte Zulagen oder Abzüge von Futter ihrem Betrage proportional auf den Milchertrag einwirken (S. 568). Unterhalb dieses Spielraumes, d. i. wenn die Nahrung nicht genügend Material für die Milchbildung darbietet, tritt, wie gesagt, Körpersubstanz für die fehlenden Nährstoffe ein, während oberhalb der erwähnten Grenze, bei reichlicher Zufuhr eines passenden Nährstoffgemisches, die Milchmenge mit der Nahrungsmenge nicht gleichen Schritt hält, sondern bei steigendem Ansatz von Körpersubstanz in immer schwächer werdendem Maße wächst, bis schließlich die oberste Grenze der Leistungsfähigkeit der Milchdrüse erreicht ist. Wie hoch diese obere Grenze liegt, hängt von dem Zustande der Milchdrüse ab, der ja in hohem Grade von der Rasse, der Individualität, dem Alter und dem Laktationsstadium beeinflußt wird.

Erheblich geringer noch, wie für die Milchmenge, ist der Spielraum, der für die Zusammensetzung der Milch gelassen ist. Hier greift die Milchdrüse in der Weise regulierend ein, daß nur das in Milch umgewandelt wird, was vorher Bestandteil der Drüsenzellen werden kann und geworden ist (S. 535). Die Zusammensetzung der Milchtrockensubstanz wird daher in erheblichem Maße weder von einer starken Zufuhr von Eiweiß (S. 569), noch von Fett (S. 588), Kohlenhydrat (S. 586) oder Mineralstoffen (S. 619), beeinflußt. Selbst der Wassergehalt ist, von individuellen Schwankungen abgesehen, im Durchschnitt mehrerer Tage oder einer größeren Anzahl von Tieren nur geringen Veränderungen unterworfen, sofern die Futtermenge nicht andauernd unter ein ziemlich tief liegendes Minimum sinkt (S. 564), sehr wässeriges Futter längere Zeit hindurch verabreicht wird oder Gesundheitsstörungen auftreten.

Das Wachstum der Milchdrüse, welches ja mit dem Vorgange der Milchbildung auf das engste verbunden ist, weist hiernach mit dem Wachstum der Gewebe jugendlicher Tiere in mancher Hinsicht eine große Ähnlichkeit auf. In beiden Fällen hört das Wachstum nicht vollständig auf, selbst wenn die Nahrung kaum noch zur Erhaltung des Tieres ausreicht, und in beiden Fällen ist die Wirkung der Nahrung an eine gewisse Entwicklungsperiode gebunden, nach deren Ablauf auch durch das reichlichste Futter sich die Produktion nicht mehr auf dieselbe Stufe heben oder auf der Höhe erhalten läßt wie vordem. Hier wie dort spielt unter den Bestandteilen der Nahrung das Eiweiß die führende Rolle. Wird es in zu geringer Menge verabfolgt, so wird die Produktion gehemmt, weil es dann an dem wichtigsten Material für die Zellbildung fehlt.

Über das quantitative Verhältnis zwischen den im produktiven Teile des Futters zugeführten Nährstoffen und dem in die Milch übergehenden Teile dieser Nährstoffe fehlen bis jetzt noch Untersuchungen von ausreichendem Umfang.

Selbst über den Teil des verdaulichen Nahrungseiweißes, welcher in der Milch wiedererscheint, sind wir noch nicht vollkommen klar. Zwar haben neuerdings einige Untersuchungen (S. 575 f.) gezeigt, daß bei ziemlich vollständigem Gleichgewicht zwischen den Einnahmen und Ausgaben der Tiere das über den Erhaltungsbedarf zugeführte verdauliche Rohprotein vollständig zur Milchbildung verwendet werden kann; es steht aber ebenso fest, daß sich mit diesem Quantum die volle Leistung der Milchdrüse weder erreichen noch erhalten läßt. Wie wir (S. 568) schon erfahren haben, hält nämlich die Milchbildung nur bis zu einer gewissen Höhe mit der Futtervermehrung gleichen Schritt, darüber hinaus aber wirken weitere Futterzulagen schwächer und schwächer bis sie schließlich ohne Einfluß auf die Milchabsonderung bleiben.[1]) Um dies an einem Beispiele klar zu machen, nehmen wir an, daß bei einer Kuh der Punkt, von welchem ab das Futter nicht mehr proportional seiner Menge nach wirkt, bei einem täglichen Ertrage von 15 l liege; bei verschiedenen Zulagen eines der Milcherzeugung günstigsten Gemisches verdaulicher vollwertiger Nährstoffe würde sich alsdann die aus dem Futter direkt gebildete Milchmenge (unter Abrechnung der aus Körpersubstanz entstehenden Milch) auf folgende Beträge stellen:[2])

Nährstoffzulage zum Erhaltungsfutter kg	2,4	3,6	4,8	6,0	7,2	8,4
Milchertrag im ganzen, kg	10	15	17	17,5	17,7	17,7
Zunahme des Milchertrages pro 1,2 kg Nährstoff	—	5	2	0,5	0,2	0

Nehmen wir, um die wirtschaftliche Seite der Frage zu erörtern, weiter an, daß das Kilogramm der hier zur Verfütterung gelangenden vollwertigen Nährstoffe 20 Pf. kostet, so würden bei einer Steigerung der Nährstoffzulage von 2,4 bis auf 3,6 kg, welche einen Mehraufwand von 24 Pf. bedingt, 5 kg Milch mehr erhalten werden; bei der weiteren Vermehrung der Ration auf 4,8 kg Nährstoff würden mit dem gleich großen Mehraufwande nur noch 2 kg Milch mehr erzeugt und bei den weiteren Zulagen von je 1,2 kg Nährstoff würden mit den je 24 Pf. betragenden Mehrkosten nur noch 0,5, 0,2 bezw. 0 kg Milch mehr ermolken werden. Aus diesen wenigen Zahlen ergibt sich — was die praktische Erfahrung vielen längst zum Bewußtsein gebracht hat —, daß die Steigerung des Futters nur bis zu einem gewissen Punkte rentabel bleibt und daß die Lage dieses Punktes in erster Linie bestimmt wird von dem Netto-Erlöse, zu welchem die Produkte des Milchviehes abgesetzt oder verwertet werden. Wer für das Liter Milch 60 Pf. einnimmt, der wird unter Umständen, die dem obigen Beispiel ähnlich sind, mit der Zulage zum Erhaltungsfutter bis auf 6 kg gehen können, während ein anderer, der das Liter nur zu 15 Pf. verwertet, wohl noch bis zu 4,8 kg Nährstoffzulage verwenden kann, ein Dritter aber, der nur 8 Pf. für das Liter einnimmt, über eine Zulage von mehr als 3,6 kg Nährstoff zum Er-

[1]) S. u. a. K. Hittcher, Zentralblatt für Agrikulturchemie 31. Jahrg., 1902, S. 477.

[2]) Das folgende ist ein rein schematisches, älteren Beobachtungen nachgebildetes Beispiel für die Milcherträge bei verschiedenen Zulagen und darf daher nicht etwa als eine Rentabilitätsrechnung aufgefaßt werden.

haltungsfutter ohne Schaden nicht wohl hinausgehen wird. Erwägungen dieser Art lassen es unzulässig erscheinen, ein für alle Verhältnisse der Praxis gültiges Futtermaß für Milchkühe aufzustellen. Die Aufgabe, welche uns durch diese Betrachtungen gewiesen ist, kann darnach nur darin bestehen, die Grenzen festzulegen, innerhalb welcher sich die Nahrungszufuhr je nach dem Erlös für die Milch zu bewegen hat.

Unter denjenigen Verhältnissen, unter welchen die dem milchgebenden Tiere zugeführten Nährstoffe zur Milchbildung noch voll verwertet werden, sind nach mehrjährigen Untersuchungen des Verfassers[1]) über den Stoff- und Energie-Umsatz der Milchkühe zur Erzeugung der Milchbestandteile folgende Mengen Stärkewert im Futter erforderlich:

Auf 1 Teil Milchfett	. . . .	3,89 Teile Stärkewert
„ 1 „ Milchzucker	. . . .	1,05 „ „
„ 1 „ Stickstoffsubstanz	. . . . . .	0,94 „ „

Bei einem durchschnittlichen Gehalte der Milch von 3,2% Fett, 4,6% Milchzucker und 3,3% Stickstoffsubstanz werden darnach zur Erzeugung von 10 kg Milch rund 2 kg Stärkewert benötigt, was mit praktischen Erfahrungen in bester Übereinstimmung steht. Konzentriertere, namentlich fettreichere Milch erfordert mehr. Ebenso würde ein höherer Stärkewert, äußerstenfalls bis zu 2,7 kg aufgewendet werden müssen, wenn infolge günstiger wirtschaftlicher Verwertung der Milch die Erträge auf die größtmögliche Höhe gebracht werden sollen. Unter gewöhnlichen Verhältnissen aber reichen 2 kg Stärkewert auf 10 kg Milch vollkommen aus, wenn sie an verdaulichem Eiweiß 0,55—0,65 kg einschließen. Zwar genügen in den meisten Fällen erfahrungsgemäß schon 0,45 kg verdauliches Eiweiß, indessen ist bei diesem Nahrungsbestandteil dessen weitgehender Einfluß auf die Tätigkeit der Milchdrüse (S. 569) im Auge zu behalten. — Da es sich ferner gezeigt hat, daß das **Nahrungsfett** eine günstige Wirkung auf den Fettgehalt der Milch nicht ausübt, in größeren Mengen verabreicht vielmehr den Milch- und Fettertrag sogar etwas herabsetzen kann (S. 588), so ist kein Grund zur Anwendung besonders fettreicher Futtermittel vorhanden. Nachteilige Wirkungen dürften jedoch von einer Gabe von 0,5—0,6 kg verdaulichem Fett auf 1000 kg Lebendgewicht noch nicht zu erwarten sein. — Zu dem Bedarf für die Milcherzeugung kommt dann noch der Bedarf für die Erhaltung der Tiere, der nach den hierüber mit Ochsen ausgeführten Untersuchungen im Minimum auf 2 kg Stärkewert pro Tag und 500 kg Lebendgewicht zu veranschlagen ist. Freilich kommt in der Höhe des Erhaltungsbedarfs die Individualität der Tiere besonders stark zum Ausdruck, wofür zahlreiche Beobachtungen vorliegen. Da man sich in der Praxis mit Recht nicht gern an das Nahrungsminimum hält und vielfach auf einen guten Ernährungszustand der Nutztiere Gewicht legt, so ist es zweckmäßig, auf 500 kg Lebendgewicht etwa 2,5 kg Stärkewert mit 0,3 kg verdaulichem Eiweiß zu rechnen.

---

[1]) Mitteilung, erstattet auf dem V. Internationalen Kongreß f. Milchwirtschaft zu Stockholm 1911.

Die Nahrungsmenge muß sich selbstverständlich nach der Leistung jedes einzelnen Tieres richten. Niemand wird bezweifeln, daß eine Kuh, die täglich 20 l Milch gibt, einer größeren Nahrungsmenge bedarf, wie eine Kuh, die nur 8 l liefert. Füttert man, wie es noch vielfach geschieht, alle Tiere gleich und richtet man sich dabei nur nach dem durchschnittlichen Milchertrage des ganzen Stalles, so erhält ein Teil der Kühe zu viel, ein anderer zu wenig Futter. In dem einen Falle führt die zu reichliche Ernährung zum Mastzustande, beeinträchtigt dadurch die Milchabsonderung und die Entwicklung des Kalbes und erschwert den Geburtsakt; im anderen Falle setzt die ungenügende Ernährung den Milchertrag herab und beschleunigt die natürliche Abnahme der Milch. Es kann daher nicht eindringlich genug empfohlen werden, individuell zu füttern, d. h. die Tiere eines Stalles nach der Höhe ihres Milchertrages entweder in mehrere, mindestens 5 Abteilungen zu bringen und jeder Abteilung das ihrer Leistung entsprechende Futter zuzuführen, oder, da die Gruppenbildung, das häufige Umstellen, mit Schwierigkeiten und Nachteilen verbunden ist, allen Tieren ein gleiches Grundfutter zu verabreichen und das Kraftfuttergemisch den einzelnen Tieren nach ihrer Milchleistung zuzumessen, ohne dieselben in Gruppen zusammenzustellen.[1]) Regelmäßiges Probemelken ist zur Beurteilung der Einzelleistungen der Kühe hierbei selbstverständlich eine unerläßliche Bedingung. — Das Futterquantum soll im ganzen so bemessen sein, daß die Kühe weder abmagern, noch fett werden, sondern sich in einem guten Ernährungszustande erhalten. Hierzu eignen sich die folgenden, der Produktion im einzelnen angepaßten Futtermaße:

Milchertrag pro Tag nach 500 kg Lebendgewicht	Pro Tag und 1000 kg Lebendgewicht		
	Eiweiß	Fett	Stärkewert
kg	kg	kg	kg
5	1,0—1,3	0,3	7,8— 8,3
10	1,6—1,9	0,5	9,8—11,2
15	2,2—2,5	0,6	11,8—13,9
20	2,8—3,2	0,8	13,9—16,6

Die gesamte Trockensubstanz der Rationen kann zwischen 20 und 32, und die Menge des Rauhfutters zwischen 12 und 20 kg pro Tag und 1000 kg

[1]) Das Grundfutter soll so bemessen sein, daß es für trockenstehende Kühe genügt, und wird sich in der Regel aus den selbstgeernteten Futterstoffen zusammensetzen lassen. Die Zuteilung des Kraftfuttergemisches geschieht am besten mittels eines passendes Hohlmaßes so, daß Kühe mit 5 l Milch 1 Maß, mit 6—8 l 2 Maß usw. erhalten. Die Zahl der Maße wird mit Kreidestrichen auf den Tafeln bezeichnet, welche die bekannten Notizen über Abstammung, Alter usw. jeder Kuh tragen. — R. Geißler, welcher das angegebene System der „individuellen Fütterung der Milchkühe ohne Gruppenbildung“ zuerst beschrieben hat (P. Rengel, Berlin 1906), berichtet, daß u. a. von 47 Kühen nach Einführung der individuellen Fütterung in 15 Tagen 5874,5 l Milch, vorher im gleichen Zeitraum bei gleichmäßiger Fütterung von 48 Kühen nur 4297 l Milch ermolken wurden (Deutsche landw. Tierzucht 1907, Nr. 11, S. 127).

Lebendgewicht schwanken, und zwar ist, dem Fassungsvermögen der Verdauungsorgane entsprechend, bei niedriger Milchleistung ein größerer Teil der Ration in der Form minderwertiger Stoffe zu geben, als bei hoher Milchergiebigkeit, bei welcher die Ration reicher an hochverdaulichen Futtermitteln mit vollwertigen Nährstoffen sein muß. Das Eiweißverhältnis wird dabei zwischen 1 : 6 und 1 : 10 liegen können, je nachdem mehr oder weniger vollwertiges Material zur Verdauung gelangt. Auch ist es zulässig, wenn der pekuniäre Aufwand für die Fütterung dadurch nicht erhöht wird, die absolute Menge des verdaulichen Eiweißes zu vermehren; ja, wo die Milch sich besonders gut verwertet, wird eine solche Vermehrung, die unter Umständen ein Eiweißverhältnis von 1 : 4 erreichen kann, sich vielleicht noch empfehlen, weil mit ihr in der Regel noch eine kleine Steigerung des Milchertrages verbunden ist. Ganz besonders wichtig ist es, daß die Leistungsfähigkeit der Drüse bei den frischmilchenden Tieren durch kräftige Ernährung voll ausgenützt wird; erhält man die Drüse in dieser Zeit in voller Tätigkeit, dann bleibt auch während der übrigen Laktationsdauer eine Neigung zu hoher Milchergiebigkeit bestehen. Wo überhaupt eine volle Leistung der Tiere erstrebt wird, da sollten die obigen Maße nicht unterschritten, der Stärkewert der Ration wegen der Gefahr des Fettwerdens der Tiere aber auch nicht wesentlich überschritten werden. Nur in den Fällen, in welchen die Kühe nur abgemolken werden und bis gegen das Ende der Laktation, wenn der Milchertrag auf 4—6 l gesunken ist, fett geworden sein sollen, sind die Rationen in den letzten 3 bis 4 Monaten durch Zulage stickstofffreier Nährstoffe auf ein reichliches Mastfutter zu bringen und wie J. Hansen[1]) ermittelt hat, auch durch eine Eiweißzulage zu verstärken. Nach den Beobachtungen des Genannten sind im täglichen Futter auf 1000 kg Lebendgewicht der Abmelkkühe 14,4 kg Stärkewert mit mindestens 2,5—2,7 kg verdaulichem Eiweiß erforderlich; eine größere Eiweißgabe von 3,0—3,2 kg bewirkt zwar keine stärkere Zunahme des Lebendgewichts, kann aber trotzdem, bei nicht zu hohen Beschaffungskosten wirtschaftlich noch zweckmäßig sein, da sie die Milchmenge noch günstig beeinflußt. Der Mastzustand läßt sich zwar auch so erreichen, daß man die ganze Kuhherde von Anfang bis zu Ende der Laktation gleich füttert; doch wird hierdurch nicht bloß die Milchproduktion beeinträchtigt, sondern vermutlich auch der Futteraufwand erhöht.

Was die Fütterung tragender Tiere betrifft, so kommt zu den Nährstoffen, welche für die Lebenserhaltung und Milcherzeugung nötig sind, noch der Bedarf für die Entwicklung des Kalbes im Mutterleibe hinzu, eine Menge, die sich aus dem Durchschnittsgewichte der neugeborenen Tiere und der Tragezeit annähernd abschätzen läßt. Kälber wiegen bei der Geburt etwa den 12.—14. Teil des Muttertieres, bei 500 kg schweren Tieren also durchschnittlich rund 40 kg. Nehmen wir nun an, daß der Körper des jungen Tieres gerade so viel Eiweißsubstanz enthält, wie mageres Kalbfleisch, so würde ein 40 kg schweres Kalb im ganzen 8 kg Eiweißsubstanz enthalten. Um diese 8 kg Eiweiß im Körper des Muttertieres zu erzeugen, wird etwas mehr als 8 kg verdauliches Futtereiweiß

[1]) Arbeiten der D. Landw.-Gesellschaft, Heft 134, 1907 und 171, 1910.

benötigt werden, und man wird nicht fehlgehen, wenn man hier annimmt,[1]) daß mindestens etwa 70 % des verdaulichen Nahrungseiweißes zum Aufbau des sich entwickelnden jungen Tieres verwendet werden können. Die 8 kg Eiweiß, welche das neugeborene Kalb enthält, würden ausschließlich aller sonstigen Ausgaben für die Leibesfrucht hiernach durch rund 11—12 kg verdauliches Futtereiweiß gedeckt werden. Da die Trächtigkeitsdauer beim Rinde durchschnittlich 9½ Monate beträgt, in den ersten 4 Monaten das Wachstum der Leibesfrucht aber noch sehr unbedeutend ist, so würden die 11 kg Futtereiweiß sich auf 5½ Monate oder 165 Tage verteilen, und es würden darnach auf den Tag 70 g Eiweiß entfallen, die beim tragenden Tiere mehr zugeführt werden müssen als beim nichttragenden Tiere. Um diese geringe Menge ist also das Futter der trächtigen Kühe in den letzten 5½ Monaten vor dem Kalben zu verstärken. Bei größeren Rassen würde sich der Betrag bis auf 100 g erhöhen, bei kleineren bis auf 50 g vermindern. Es handelt sich also im ganzen um recht geringe Mengen, auf die man da, wo die Kühe schon nicht sehr knapp ernährt werden, kaum Rücksicht zu nehmen braucht. Verfüttert man allerdings niedrige Rationen, so ist zu denselben in der angegebenen Zeit auf 1000 kg Lebendgewicht ein Zuschlag von 130—150 g verdauliches Eiweiß zu machen. Die stickstofffreien Nährstoffe bedürfen dabei keiner Vermehrung, da neugeborene Kälber weniger als 1 % Fett enthalten. Tragende Tiere dürfen im allgemeinen nur ein mäßiges, nicht erhitzend oder stopfend wirkendes Futter erhalten. Im hochtragenden Zustande, in den letzten 2—3 Monaten vor dem Kalben, ist vor allem die Rauhfuttergabe etwas zu vermindern, weil die schweren Futtermassen sonst leicht einen Druck auf den Uterus ausüben und Fehlgeburten herbeiführen. Man schränkt daher in dieser Zeit die Strohgaben stark ein und verabfolgt am besten als Rauhfutter nur Heu (10 kg auf 1000 kg Lebendgewicht). Zur Zeit des Trockenstehens genügt eine Ration, welche auf 1000 kg Lebendgewicht 0,75 kg verdauliches Eiweiß bei 6 kg Stärkewert enthält. Es empfiehlt sich ferner nicht, tragende Tiere zu lange zu melken, weil dadurch die Entwicklung des Kalbes ungünstig beeinflußt wird. Meist hört die Milchabsonderung 2 bis 3 Monate vor dem Kalben von selbst auf; wo das aber nicht der Fall ist, muß die Milchbildung künstlich zum Stillstand gebracht werden, indem man z. B. da, wo täglich 3 mal gemolken wird, eine Woche lang nur 2 mal, dann nur einmal, später nur nach 1½, 2 oder 3 Tagen melkt und dabei natürlich stets auf vollständiges Ausmelken des Euters Bedacht nimmt.

Wenn der Verfasser bei der Aufstellung der Fütterungsnormen für das Milchvieh nicht bloß den Gehalt der Futtermittel an verdaulichen Nährstoffen, sondern auch die Wertigkeit dieser Stoffe berücksichtigt hat und sich dabei von denselben Grundsätzen leiten ließ, auf denen nach seinen Beobachtungen die Mastwirkungen der verdaulichen Substanz beruht, so ist er hierbei von folgenden Erwägungen ausgegangen: Zunächst ist es klar, daß sowohl der Aufwand für die Kau- und Verdauungsarbeit, wie auch der Substanz- und Energieverlust, welcher durch Gärung und Fäulnis im Futterbrei zustande kommt, denselben Umfang

---

[1]) S. w. o. S. 497 ff.

besitzen muß, gleichgültig, ob es sich um männliche oder weibliche Tiere derselben Art handelt. Es ist ferner klar, daß Stoffgruppen, welche für die Ernährung der Ochsen bedeutungslos sind, auch bei Kühen nicht als Bildungsmaterial für stoffliche Produkte dienen können. Wenn nun auch, wie schon ausgeführt, die verdauten Nährstoffe mit einem Aufwande in Milchbestandteile umgewandelt werden, der geringer ist, wie bei dem Übergange der Nahrungsstoffe in Körperfett, so ist es doch aus den eben erwähnten Gründen sehr wahrscheinlich, daß zwischen beiden Verwertungseinrichtungen ein gewisser Parallelismus besteht. Andeutungen dafür, daß dem so ist, liegen in der Tat bereits in älteren Untersuchungen vor. In einem Versuch z. B., in welchem der Verfasser[1]) in Gemeinschaft mit G. Andrä an 24 Kühen die Wirkung von Runkelrüben, getrockneten und gesäuerten Rübenschnitzeln auf den Milchertrag untersuchte, war beobachtet worden, daß die verdaulichen Nährstoffe dieser drei Formen des Rübenfutters einen verschiedenen Einfluß ausübten. Zu einem stets gleichbleibenden Grundfutter hatte man in der 1. und 4. (Anfangs- und Schluß-)Periode 27,5 kg Runkelrüben gegeben, in der 2. Periode die Rüben durch 4,4 kg getrocknete und in der 3. Periode durch 41,8 kg gesäuerte Schnitzel ersetzt, ohne die Menge der verdaulichen Nährstoffe wesentlich zu ändern. Infolge dieses Ersatzes wurde in beiden Fällen mehr Milch erzeugt, nämlich pro Kopf und Tag:

	Milch	Milch-trockensubstanz	Milchfett
bei Trockenschnitzeln mehr	0,953 kg	135 g	55 g
„ gesäuerten Schnitzeln mehr . .	1,721 „	221 „	57 „

Der Stärkewert der drei Zulagen stellte sich

bei den Runkelrüben auf	2,00 kg
„ „ Trockenschnitzeln auf	2,35 „
„ „ gesäuerten Schnitzeln	2,65 „

Man sieht, der Milchertrag war trotz der Verabreichung gleicher Mengen verdaulicher Nährstoffe nicht gleich geblieben, sondern bewegte sich in derselben Richtung wie der Stärkewert der drei Rationen. — Bei einer anderen Untersuchung, welche der Verfasser[2]) ebenfalls zusammen mit G. Andrä ausführte, waren sonst bei gleicher Nährstoffzufuhr 5 kg Kleegrasheu durch 5 kg Lathyrusstroh + 1 kg Trockenschnitzel ersetzt und dadurch die Milchabsonderung um 0,51 kg Milch, 68 g Trockensubstanz und 19 g Fett herabgedrückt worden. In Übereinstimmung hiermit berechnet sich der Stärkewert der 5 kg Kleegrasheu zu 1,32, derjenige des Lathyrusstrohes und der Trockenschnitzel zusammen zu 1,07 kg. — Will man Rationen mit verschiedenen Futtermitteln vom vorliegenden Gesichtspunkte miteinander vergleichen, so ist entweder, wie es in den eben erwähnten beiden Versuchsreihen der Fall war, der Gehalt dieser Rationen an verdaulichem Eiweiß und verdaulichen stickstofffreien Nährstoffen ganz gleich zu halten, oder es muß dafür gesorgt werden, daß außer der Eiweißmenge auch der Stärkewert der

[1]) Landw. Versuchsstationen 49. Bd., 1898, S. 401.
[2]) Landw. Jahrbücher 31. Bd., 1902, S. 69.

zu vergleichenden Rationen gleich bleibt. Letzteres geschah zunächst in einigen Versuchen von A. Morgen[1]), welcher beobachtete, daß Rationen von gleichem Eiweißgehalt und Stärkewert auch die gleiche Wirkung auf die Milcherzeugung ausüben. Zu demselben Ergebnis gelangte auch J. Hansen[2]), der bei Milchkühen Kleien mit Körnerschrot verglich und den Stärkewert des Futters in allen Fällen gleich hielt. Obwohl nun der geringeren Wertigkeit der Kleiennährstoffe entsprechend der Kleienrationen erheblich mehr verdauliche Nährstoffe enthielten, wie die Körnerrationen, war doch die Milchabsonderung bei der verschiedenen Fütterung auf gleicher Höhe geblieben. Setzt man nämlich die bei Gerstenschrotfütterung erhaltenen Erträge an Milch und Milchfett gleich 100, so stellen sich die entsprechenden Zahlen

	bei Weizenkleie	Roggenkleie	Roggen
betreffs der Milchmenge auf	102,2	98,7	99,0
„ „ Fettmenge „	103,9	98,2	100,0

Die Abweichungen zwischen diesen 4 Futtermitteln liegen also trotz der erheblichen Unterschiede zwischen der Wertigkeit der Körner und Kleien sämtlich innerhalb der bei solchen Untersuchungen unvermeidlichen Fehlergrenzen; denn es ist ganz selbstverständlich, daß die Abschätzung der Verdaulichkeit und des Stärkewertes der zu einem Vergleich zu benützenden Futtermittel immer nur annähernd das Richtige treffen kann. Weitere Versuche Hansens[3]), in welchen in der ganz gleichen Weise, wie eben angegeben, Roggenschlempe und Malzkeime mit Gerstenschrot verglichen wurden, bestätigten, daß die Wirkung auch dieser Futtermittel ihrem Stärkewert entspricht. Die Erträge bei Gerstenschrot wieder gleich 100 gesetzt, wurden für die Roggenschlempe und Malzkeime gefunden:

	Roggenschlempe	Malzkeime
für die Milchmenge	97	102
„ „ Fettmenge	97	100

Nach ihrem Gehalte an verdaulichen Nährstoffen zu urteilen, hätten auch diese beiden Futtermittel erheblich mehr Milch und Milchfett erzeugen müssen als der Versuch ergab. Da dies nicht geschehen ist, so kann nicht bestritten werden, „daß auch beim Milchvieh die Bewertung des Futters nach Stärkewerten zutreffender ist, als diejenige nach verdaulichen Nährstoffen“.

Endlich stehen auch die sogenannten Ersatzzahlen[4]), deren man sich in den skandinavischen Ländern auf Grund von praktischen Erfahrungen und Beobachtungen bei der Schätzung des Nährwertes der Futtermittel bedient, in sehr befriedigender Übereinstimmung mit den vom Verf. für den Stärkewert ermittelten Zahlen, wie Nils Hansson[5]) kürzlich gezeigt hat. Der Genannte be-

---

[1]) Landw. Versuchsstationen 66. Bd., 1907, S. 63.

[2]) Landw. Jahrbücher 37. Bd., 1908, 3. Erg.-Bd., S. 183, 193 u. 202.

[3]) Ebenda 40. Bd., 1. Erg.-Bd., 1911, S. 129.

[4]) Die Ersatzzahlen geben bekanntlich an, wieviel von jedem Futtermittel auf eine Futtereinheit kommt und dabei gleichzeitig, in welchen Mengen sich die einzelnen Futtermittel vertreten können.

[5]) En lönande Ladugårdsskötsel, Malmö 1907, S. 143.

rechnete nämlich aus den Ersatzzahlen und den Stärkewerten von vier Futtermitteln (Hafer, Weizenkleie, Rapskuchen und Baumwollsaatmehl), daß auf eine Futtereinheit 0,605 kg Stärkewert entfallen, und ermittelt mit Hilfe dieser Zahl, welche Futtermengen nach den Stärkewerten auf 1 Futtereinheit kommen. Die so berechneten und die in den schwedischen Kontrollvereinen benützten Zahlen stellt er nun einander gegenüber:

	Aus dem Stärkewert berechnet	Ersatzzahlen der Kontrollvereine
Kleeheu	2,40 kg	2,5 kg
Haferstroh	3,56 „	4,0 „
Roggenstroh	5,71 „	5,0 „
Futterrüben (12% Trockensubstanz) . .	9,60 „	10,0 „
Stoppelrüben (9,2% Trockensubstanz) .	12,60 „	12,5 „
Hafer	1,01 „	1,1 „
Weizenkleie	1,25 „	1,1 „
Mais	0,74 „	1,0 „
Palmkernkuchen	0,77 „	1,0 „
Leinkuchen	0,84 „	0,9 „
Rapskuchen	0,99 „	0,9 „
Sonnenblumensaatkuchen	0,84 „	0,9 „
Baumwollsaatkuchen	0,83 „	0,8 „
Erdnußkuchen	0,78 „	0,8 „

Hierzu bemerkt Hansson, daß die in Schweden gebräuchlichen Ersatzzahlen in keiner bis zum Erscheinen der 1. Auflage vorliegenden Lehrbuchs bekannt gewordenen wissenschaftlichen Untersuchung eine Begründung gefunden hatten und insbesondere mit der Bewertung der Futtermittel nach verdaulichen Nährstoffen nicht in Übereinstimmung zu bringen waren. Erst durch die Untersuchungen des Verfassers dieses Buches, die zu der Aufstellung der Stärkewerte geführt haben, wurden die in den Ersatzzahlen ausgedrückten praktischen Erfahrungen auf eine wissenschaftliche Grundlage gestellt und in befriedigender Weise bestätigt. Der Stärkewert der Futtermittel und der Gehalt derselben an verdaulichem Eiweiß bilden also eine zuverlässige Grundlage auch für die Berechnung des zur Milchproduktion erforderlichen Futters.

Die Milch enthält stets eine gewisse Menge Mineralstoffe, im Liter durchschnittlich 7,4 g, worunter 1,8 g Kalk und 1,5 g Phosphorsäure. Soll bei dieser Ausfuhr der Körper nicht verarmen, so muß die Nahrung für die Ausgaben aufkommen. Wenn auf 1000 kg Lebendgewicht täglich 20 kg Milch erzeugt werden, so wird der Bedarf durch 36 g Kalk und 30 g Phosphorsäure gedeckt. Rechnet man hierzu noch den (S. 447) Bedarf für die Erhaltung des Tieres (100 g Kalk und 50 g Phosphorsäure), so stellt sich heraus, daß unter den angegebenen Voraussetzungen im Futter auf 1000 kg Lebendgewicht täglich rund 150 g Kalk und 100 g Phosphorsäure, bei höheren Milcherträgen entsprechend mehr enthalten sein müssen. Meistens wird dieser Bedarf durch das

Futter ausreichend gedeckt, namentlich dann, wenn gutes Wiesenheu, Kleearten, gutes Grünfutter oder Kraftfuttermittel zum Verzehr gelangen. Auf eine besondere Beigabe der genannten Mineralstoffe wird man somit nur in Ausnahmefällen Bedacht zu nehmen haben, wenn sich die Rationen aus besonders kalk- und phosphorsäurearmen Futtermitteln (S. 182) zusammensetzen. An Phosphorsäure wird es nur selten fehlen, eher zuweilen noch an Kalk, welchem Mangel man dann durch Beigabe von etwas Schlemmkreide abhelfen kann. Erinnert sei nur daran, daß sich Armut an Kalk und Phosphorsäure in den selbst geernteten Futterstoffen besonders in regenarmen Jahren fühlbar macht (S. 181) und Knochenerkrankungen herbeiführen kann. Wenn im Futter dauernd ungenügende Mengen Kalk und Phosphorsäure zugeführt werden, so schießt das milchgebende Tier diese Stoffe aus seinem Körper zu und entnimmt dieselben eben den Knochen. Die Milchbildung erfährt dabei zunächst keine merkliche Verminderung, erst später, wenn die Knochen durch den dauernden Entzug zu weit verarmt sind, geht auch der Milchertrag zurück. Sehr deutlich zeigen sich diese Verhältnisse in einigen Untersuchungen, die G. Fingerling[1]) mit zwei Ziegen in der Weise ausgeführt hat, daß die Tiere in der Anfangs- und Schlußperiode einer längeren Versuchszeit im Futter genügende Mengen Kalk und Phosphorsäure erhielten, wovon in den dazwischen liegenden Versuchsabschnitten der größte Teil entzogen wurde. Bei dem einen Tiere, das ca. 65 Tage lang ungenügende Mengen Kalk und Phosphorsäure aufgenommen hatte, war die Milchmenge um 29,1 die Trockensubstanzmenge um 33,1, die Fettmenge um 32,5, der Milchzucker um 33,8 und die mineralischen Bestandteile um 33,1 % gesunken. Während nun die Ziege bei normalem Futter täglich 0,26 g Kalk und 0,20 g Phosphorsäure angesetzt hatte, gab sie

nach 3	Wochen	täglich	1,37 g	Kalk	und	2,12 g	Phosphorsäure
„ 6	„	„	0,90 „	„	„	1,86 „	„
„ 9	„	„	0,74 „	„	„	1,13 „	„

vom Körper ab und schränkte infolge dieser Verarmung den Zuschuß allmählich ein, indem sie weniger Milch produzierte. Eine Zulage von Dicalciumphosphat rief alsdann sofort einen Ansatz von 2,09 g Kalk und 3,76 g Phosphorsäure und zugleich auch eine Zunahme der Milchmenge hervor. Auf die prozentische Zusammensetzung der Milch übte das kalk- und phosphorsäurearme Futter einen nur geringen Einfluß aus, insbesondere wurde der prozentische Gehalt der Milch an Asche, Kalk und Phosphorsäure eher erhöht, als verringert.

Man hat sich weiter auch mehrfach mit der Frage beschäftigt, ob es durch die Beifütterung von phosphorsaurem Kalk gelingt, den Gehalt der Milch an diesen Mineralsubstanzen zu erhöhen.[2]) Bei der Natur der Vorgänge, auf denen

[1]) Landw. Versuchsstationen 75. Bd., 1911, S. 1.

[2]) H. Weiske, Zentralblatt für Agrikulturchemie 1. Bd., 1872, S. 35; E. Heß und Schaffer, Landw. Jahrb. für die Schweiz, 1891, S. 96; J. Neumann, Milchzeitung 22. Jahrg., 1893, S. 141; Cl. Schulte-Bäuminghaus, Zentralblatt für Agrikulturchemie 32. Jahrg., 1903, S. 477; Orla Jensen, Landw. Jahrbuch der Schweiz 1905.

die Milchbildung beruht, war von vornherein wenig Aussicht auf Erfolg vorhanden, und es hat sich dann auch gezeigt, daß die genannte Beigabe entweder ganz wirkungslos war, oder den Gehalt der Milch an Phosphorsäure und Kalk nur um einen ganz minimalen Betrag steigerte. Ebenso wenig haben bei Versuchen, die G. Fingerling[1]) ausführte, die organischen Phosphorverbindungen — Lecithin, Phytin, Kasein, Nukleinsäure — einen spezifischen Einfluß auf die Tätigkeit der Milchdrüse auszuüben vermocht. Weder die Milchmenge noch die Menge der Milchbestandteile und die Zusammensetzung der Milchtrockensubstanz wurden berührt. Auch haben die genannten Verbindungen weder den absoluten noch den prozentischen Kalk- und Phosphorsäuregehalt der Milchasche zu beeinflussen vermocht. Zu einem ähnlichen Ergebnisse kam W. H. Jordan[2]), welcher diese Frage ebenfalls bearbeitete. Eine dahingehende Wirkung trat nicht einmal in Vergleich zu einem sehr phosphorsäurearmen Futter in Erscheinung. Demselben Forscher gelang es ferner auch nicht, durch Ferrolaktat den Eisengehalt der Milch, durch Gips den Kalkgehalt, durch Dimagnesiumphosphat den Magnesiumgehalt, durch Kalisalpeter und Kaliumchlorid den Kaligehalt, durch Natriumphosphat oder Kochsalz den Natrongehalt oder durch Chlorkalium und Kochsalz den Chlorgehalt der Milch zu erhöhen. Die Kalizufuhr in den natürlichen Futtermitteln konnte innerhalb sehr weiter Grenzen schwanken, ohne den Kaligehalt der Milch zu verändern; erst als ein so kaliarmes Heu verabreicht wurde, daß die verzehrte Kalimenge nur $^1/_4$ der sonst täglich aufgenommenen Menge betrug, fand Jensen eine kleine Abnahme (durchschnittlich von 0,1‰) des Gehaltes der Milch an diesem Bestandteil. Die Mineralstoffzufuhr im Futter ist nach allen diesen Beobachtungen von äußerst geringem Einfluß auf den Gehalt der Milch an mineralischen Bestandteilen.

Die Ernährung des Milchviehes vollzieht sich während der wärmeren Jahreszeit zum Teil auf der Weide, die nach allgemeiner Ansicht auf die Menge und Beschaffenheit der Milch einen günstigen Einfluß ausübt. Eine mäßige, nicht anstrengende Bewegung in freier Luft, die mit dem Weidegange verbunden ist, setzt, wie (S. 551) nachgewiesen ist, den Milchertrag meist nur wenig, zuweilen gar nicht herab und führt zur Absonderung einer etwas trockensubstanz- und fettreicheren Milch. Da den Tieren aber meist Gelegenheit zum Verzehr einer verhältnismäßig großen Futtermenge gegeben ist und die Pflanzen guter Weiden an Nährkraft der verdaulichen Substanz mancher Körnerarten nicht nachstehen, so kommt es unter Umständen gar nicht zu einer Ertragsverminderung, sondern es wird mehr und fettreichere Milch gewonnen, als bei der genaueren und knapperen Futterzumessung im Stalle. Die günstige Wirkung des Weideganges ist somit nicht die Folge besserer Futterverwertung, sondern besserer und reichlicherer Ernährung. Daß bei der üblichen Beweidung vielfach eine Verschwendung stattfindet, indem namentlich erheblich mehr Eiweiß aufgenommen wird, als nötig ist, bedarf keines Beweises. Selbst bei der Grünfütterung im Stalle,

---

[1]) Biochem. Zeitschrift 39. Bd., S. 239.

[2]) American Journal of Physiology 16. Bd., S. 268.

wenn den Kühen junger Klee bis zur Sättigung zugeführt wird, kann der Verzehr den Bedarf ganz außerordentlich übersteigen. G. Kühn[1]), welchem wir nähere Aufzeichnungen hierüber verdanken, fütterte zwei Kühe von 400 bezw. 375 kg Lebendgewicht mit soviel in beginnender Blüte stehendem Rotklee, als die Tiere aufnehmen wollten, und fand, daß pro Kopf und Tag 56 kg mit 11,77 kg Trockensubstanz verbraucht wurden. Diese Menge, in welcher allerdings das durch Verschleuderung verloren gegangene und nicht wieder benützbare Futter mit eingeschlossen ist, enthielt auf 1000 kg Lebendgewicht 30,2 kg Trockensubstanz, worin sich nach den Berechnungen des Verfassers 3,2 kg verdauliches Eiweiß und 16,7 kg verdauliche stickstofffreie Nährstoffe mit einem gesamten Stärkewerte von 16,6 kg vorfanden. Als darauf in einem weiteren Versuchsabschnitt $^1/_5$ der Kleetrockensubstanz durch Gerstenstroh ersetzt wurde, nahm der Milchertrag, der vordem täglich pro Kuh 10,7 kg betrug, nicht mehr ab, als der natürlichen Verminderung infolge des Vorschreitens der Laktation entsprach. Ein zweiter, mit 4 Kühen ausgeführter Versuch desselben Forschers[2]) bestätigte diese Beobachtungen; es war hier zuerst ein Gemisch von Klee und Stroh (an Trockensubstanz durchschnittlich 22 kg im Klee und 4,6 kg im Stroh), darauf nur Klee (32,2 kg Trockensubstanz pro Tag und Kopf) verzehrt und an Milch produziert worden:

	Milchmenge	In der ermolkenen Milch in %			
		Trockensubstanz	Fett	Eiweiß	Zucker
Grünklee und Stroh .	7,46 kg	12,81	3,84	2,98	4,64
Nur Grünklee . . .	6,96 „	13,12	4,07	2,98	4,53

Zwar ist bei der reichlichen Fütterung mit Grünklee der Gehalt der Milch an Trockensubstanz und Fett etwas erhöht und die natürliche Abnahme des Milchertrages wahrscheinlich etwas geringer gewesen, als sie bei fortgesetzter Verfütterung des Klee-Strohgemisches gewesen wäre; indessen sind diese Unterschiede viel zu unbedeutend, um den enormen Verbrauch an Nährstoffen bei dem ausschließlichen, dem Tiere freigestellten Verzehr von Grünklee zu rechtfertigen. Bei der Ernährung der Kühe auf kräftigen Weiden oder bei der Verabreichung jungen Klees ist daher die Beigabe von etwas Stroh durchaus angezeigt, wie selbstverständlich auch umgekehrt bei geringerem Weidefutter eine Ergänzung der Nährstoffe durch geeignete Zulagen notwendig ist. Beim Klee wird die Beigabe von Stroh oder anderen eiweißarmen Futtermitteln um so niedriger zu bemessen sein, je älter derselbe wird, bis in der Zeit der vollen Blüte, den stofflichen Veränderungen der wachsenden Pflanzen entsprechend (S. 300), eine derartige Beifütterung nicht mehr erforderlich ist. Ähnlich wie mit dem Grünklee verhält es sich auch mit den Blättern der meisten Rübengewächse, so der Zucker-, Runkel- und Mohrrüben, deren verdaulicher Teil ein ziemlich enges Eiweißverhältnis besitzt und die einer Beigabe von Trockenfutter auch meist um deswillen bedürfen, weil sie wegen ihres Reichtums an Salzen organischer Säuren leicht Durchfall hervorrufen. Eine reichliche Verfütterung von Zuckerrübenblättern, wie sie bei und

[1]) Amtsblatt für die sächs. landw. Vereine 1868, S. 68.
[2]) Journal für Landw. 17. Jahrg., 1869, S. 58.

nach der Rübenernte vielfach stattfindet, hat dieselben Wirkungen wie kräftiges Weidefutter oder junger Klee, indem auch hier infolge der starken Eiweißzufuhr eine trockensubstanz- und fettreiche Milch erzeugt wird. In Anbetracht der günstigen diätetischen Wirkungen, welche den meisten Grünfutterstoffen eigen sind, und aus mancherlei wirtschaftlichen Gründen pflegt man dafür zu sorgen, daß die Grünfütterung im Sommer nicht unterbrochen, sondern möglichst lange in den Herbst hinein ausgedehnt wird. Grünmais, Sorghum, verschiedenes Mengfutter, Spörgel, weißer Senf, Buchweizen, im Frühjahr neben Gras auch die Getreidearten, Raps und Rübsen usw. spielen daher neben den Kleearten bei der Sommerstallfütterung mit Recht eine große Rolle. Zur Zeit der Winterfütterung treten an die Stelle des Grünfutters die Rübenarten, Rübenschnitzel, Sauerfutter, event. geringe Gaben von Kartoffeln, die in Verbindung mit gutem Heu, gesundem Stroh, dem Schrot von Körnerarten und geeigneten Abfällen aus technischen Gewerben (Kleien und Ölkuchen) an der Zusammensetzung der Rationen beteiligt sind; eine geringe Gabe guten aromatischen Heues, etwa 2,5 kg pro Tag und Kopf, sollte aus den schon S. 609 angegebenen Gründen in dem Winterfutter der Kühe nicht fehlen. Wo es auf einen hohen Fettgehalt der Milch ankommt, da finden Palmkernkuchen, Kokoskuchen und deren Mehle gern Verwendung, da nach der Verfütterung dieser Stoffe mehrfach eine bis zu ½% Fett betragende Vermehrung des Milchfettes beobachtet worden ist (S. 598 ff).

Da es bei der Milcherzeugung nicht bloß auf die Menge, sondern auch auf die Beschaffenheit des Produktes ankommt, so hat man bei der Auswahl der Futterstoffe außer auf die Bekömmlichkeit und Schmackhaftigkeit auch auf den Einfluß zu achten, der auf den Geschmack und die Eigenschaften der Milch und Butter ausgeübt wird. Es ist bekannt, daß alle dumpfigen, verschimmelten oder sonstwie verdorbenen Futterstoffe den Geschmack der Milch und ganz besonders der Butter verschlechtern und daß die üble Wirkung auch dann noch eine ziemliche Zeit anhalten kann, nachdem das verdorbene Futter den Tieren entzogen ist. Dasselbe ist der Fall bei der Verabreichung mißratenen Gär- und Sauerfutters, bei Grünfutter, das zu lange in dickeren Schichten oder in Haufen gelegen hat, bei in Zersetzung begriffenen feuchten Futterstoffen, wie Biertrebern, Schlempe, Schnitzeln usw., sowie bei mangelhafter Reinhaltung der Krippen und sonstigen Futtergefäße. In allen diesen Fällen spielen zweifellos niedere Organismen, namentlich die Bakterien eine Rolle, indem sie entweder im Futter eine Zersetzung einleiten und Stoffe erzeugen, welche nach ihrem Eintritt in den Säftestrom der Milch und Butter die erwähnten Geschmacksveränderungen verleihen, oder aber, was wahrscheinlicher ist, indem die Bakterien selbst Gelegenheit finden, in die Milch zu gelangen, wo sie dann Stoffumwandlungen und durch diese die erwähnten Übelstände hervorrufen.[1]) Der Geschmack der Milch und

[1]) Siehe hierzu die Untersuchungen von H. Weigmann über den Rübengeschmack der Butter S. 339 und Beobachtungen über die Ursachen des Seifengeschmacks der Milch, der durch einen an der Einstreu haftenden Pilz hervorgerufen werden soll (H. Weigmann, Zentralblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde 15. Bd., 1894, S. 463 und Arbeiten der Versuchsstationen für Molkereiwesen in Kiel, Bremen 1903, 3. Heft).

Butter wird fernerhin nachteilig beeinflußt durch starke Fütterung von Stroh, das bei mangelhafter Beschaffenheit eine bittere Milch erzeugt, durch einen Gehalt der Rauhfutterstoffe an Laucharten, durch große Gaben von Rüben aller Art und deren Blätter und Strünke, durch sehr reichliche Mengen frischer und eingesäuerter, weniger der getrockneten Schnitzel, durch starke Fütterung mit Kartoffeln, Schlempe und Pülpe, durch ungenügend oder gar nicht entbitterte Lupinen, durch Kleien, welche Kornrade enthalten, durch Rapskuchen in Gaben von mehr als 1 kg pro Kopf und Tag, durch größere Mengen ölreicher Leinsamenrückstände, die der Milch und Butter einen Geschmack nach Leinöl verleihen, sowie durch Tränkwasser von schlechter Beschaffenheit. Als geschmackverbessernde Mittel gelten vor allem das Futter guter Weiden, das Grünfutter von Rotklee und anderen Kleearten, sowie von guten Wiesen, ferner unter den Wurzelgewächsen die Mohrrüben, unter den Körnerarten der Hafer und unter den Abfällen das Reisfuttermehl. Manche Futtermittel machen nach den Erfahrungen[1]) der Praxis die Butter hart, talgig und wenig streichbar; hierzu gehören das aus sauren Gräsern bestehende Grünfutter oder Heu, das Weidefutter im Herbst, überständiges Grünfutter, zu spät geworbenes Heu, die Stroharten, ferner die Runkelrüben, Kohlrüben, Zucker- und Runkelrübenblätter, Rübenschnitzel, Kartoffeln, Erbsen- und Wickenschrot, Palmkernkuchen und -mehl, Kokos- und Leinkuchen, sowie das Baumwollsaatmehl. Eine zu weiche Beschaffenheit nimmt das Milchfett an nach Verfütterung von Hafer- und Maisschrot, Weizenkleie, Reisfuttermehl, Rapskuchen, Sesamkuchen und Sonnenblumensaatkuchen. Die in Rede stehende Wirkung dieser Futterstoffe hängt selbstverständlich von der Menge ab, in welcher dieselben verfüttert werden, und tritt natürlich nicht immer, namentlich dann nicht hervor, wenn der Einfluß des übrigen Futters sich in entgegengesetzter Richtung bewegt. Jedenfalls gelingt es, eine allzu große Härte der Butter durch Beifütterung von Rapskuchen, Reisfuttermehl oder Maisschrot, und eine zu weiche Beschaffenheit durch Einführung von Palmkern- und Kokoskuchen zu beseitigen.

Bei überreichem und länger andauerndem Genuß sehr wässeriger Futtermittel (Schlempe, Pülpe, Rübenschnitzel, dünner Tränke) kommt es vor, daß eine sehr dünne Milch abgesondert wird. So beobachtete z. B. F. Barnstein, daß in einem Falle, in welchem der Nährstoffgehalt der Ration zwar nichts zu wünschen übrig ließ, pro Tag und 1000 kg Lebendgewicht jedoch 50 l Kartoffelschlempe neben 21 kg frischen Biertrebern und 40 kg Runkelrüben verfüttert wurden, das Gemelke der Kühe im Durchschnitt der ganzen Herde nur 2,10 bez. 2,45% Fett enthielt, während dieselben Tiere vorher eine Milch von normaler Zusammensetzung geliefert hatten. Wie verschiedene ältere Untersuchungen[2])

---

[1]) Siehe hierzu F. Friis, Zentralblatt für Agrikulturchemie 26. Jahrg., 1897, S. 316; L. Malpeaux und E. Dorez, Annales agronomiques, 1901, S. 561.

[2]) M. Schmöger, Zentralblatt für Agrikulturchemie 12. Jahrg., 1883, S. 312; M. Maercker und A. Morgen, ebenda 18. Jahrg., 1889, S. 460; W. Henneberg, Journal für Landw. 36. Jahrg., 1888, S. 1; B. Koch, ebenda, 49. Jahrg., 1901, S. 61. In dem Versuch des zuletzt genannten Autors waren die Tiere (Kühe) durch starke Kochsalz-

und neuerdings auch wieder Versuche von F. Tangl und A. Zaitschek[1]) lehren, spiegelt sich der Wasserkonsum der Kühe in dem Wassergehalt der Milch gewöhnlich nicht wider. Als in den letztgenannten Versuchen wasserreiche Futterstoffe (Schlempe, Kürbisfleisch) selbst in so großen Mengen verfüttert wurden, daß die Tiere Tränkwasser überhaupt nicht mehr aufnahmen, verursachte der hohe Wasserkonsum weder eine Veränderung der Milch noch des Milchertrages. Trotz ziemlich großer Verschiedenheit der Wasseraufnahme bleibt die Zusammensetzung der Milch meist lange Zeit unverändert, und nur unter besonderen Umständen, die noch näher zu erforschen sind — vielleicht wenn die erschlaffende Wirkung des wasserreichen Futters einen gewissen Punkt überschreitet — nimmt auch die Milch dauernd eine wässerige Beschaffenheit an.

Anhang.

Tabellen zur Futterberechnung.

Bei der Berechnung der Rationen für die einzelnen Nutzungsrichtungen kommen bei den verschiedenen Futtermitteln nach unseren vorausgegangenen Darlegungen vor allem in Betracht: das Volumen des Futters, der Gehalt an verdaulichem wirklichem Eiweiß und der gesamte Produktionswert, welcher sich in der Menge des vorhandenen verdaulichen Eiweißes und im Stärkewert zu erkennen gibt. Für manche Zwecke, die im Vorangegangenen näher bezeichnet sind, kann es notwendig erscheinen, auch dem Gehalte an verdaulichem Fett besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Wenn wir nun neben den genannten Angaben noch solche machen, welche sich auf die Rohzusammensetzung der Futtermittel beziehen, und zudem den Gehalt an den einzelnen Roh- und verdaulichen Nährstoffen näher bezeichnen, so geschieht dies in der Absicht, eine Schätzung des Gehaltes auch solcher Futtermittel zu ermöglichen, welche entweder nicht in den Tabellen enthalten sind, oder eine abweichende Zusammensetzung haben. Hat man es mit einem Futtermittel zu tun, das nach der Garantie oder der Analyse anders zusammengesetzt ist, wie das entsprechende, in den Tabellen aufgeführte Futtermittel, so wird es unter Berücksichtigung der S. 220 gemachten Angaben in der Regel unschwer gelingen, den Gehalt an verdaulichen Nährstoffen, sowie die Wertigkeit annähernd richtig zu schätzen und auf dieser Grundlage den Stärkewert zu berechnen. Hierbei verfährt man wie folgt:

---

gaben zu hohem Wasserverzehr gezwungen worden. Da nun das Salz selbst, wie bekannt, zu seinem Transport durch den Körper und zu seiner Ausscheidung im Harn einer beträchtlichen Wassermenge bedarf, so stand das bei der Salzfütterung mehr aufgenommene Wasser der Milchdrüse nicht direkt zur Verfügung und konnte möglicherweise schon aus diesem Grunde den Wassergehalt der Milch nicht beeinflussen.

[1]) Landw. Versuchsstationen 74. Bd., 1911, S. 183.

Mit Hilfe der in Tabelle II niedergelegten Verdauungskoeffizienten berechne man zuerst den Gehalt an verdaulichem Rohprotein, Fett, stickstofffreien Extraktstoffen und Rohfaser. Sodann zieht man von dem so gefundenen verdaulichen Rohprotein den Gehalt von Amiden ab, der sich aus der Tabelle I und zwar aus der Differenz zwischen verdaulichem Rohprotein und verdaulichem Eiweiß annähernd genau abschätzen läßt. Nunmehr berechnet man den Stärkewert der einzelnen Nährstoffe und setzt dabei[1])

1 Teil verdauliches Eiweiß	= 0,94	Teilen Stärkewert
1 Teil verdauliches Fett bei den Rauhfutterstoffen, der Spreu, den Wurzelgewächsen und deren Abfällen	= 1,91	„ „
bei den nicht zu den Ölsamen gehörigen Körnerarten und deren Abfällen	= 2,12	„ „
bei den Ölsamen und Ölkuchen	= 2,41	„ „
1 Teil verdauliche stickstofffreie Extraktstoffe und Rohfaser zusammen	= 1,00	„ „

Sind die Nährstoffe des betreffenden Futtermittels als vollwertig anzusehen, was man aus den Angaben der Tabelle I über gleichnamige oder verwandte Futterstoffe erkennen kann, so hat man die für die 3 Nährstoffgruppen gefundenen Werte nur zusammenzuzählen, um den Stärkewert zu erhalten. Liegt aber die Wertigkeit nach der Tabelle I unter 100, so hat man noch einen Abzug zu machen, der für die verschiedenen Futtermittel auf verschiedenem Wege zu ermitteln ist. — Bei den Wurzeln und Knollen, den Körnerarten und gewerblichen Abfällen bedient man sich zu diesem Zweck der in der Tabelle I angegebenen „Wertigkeit“. Will man z. B. den Stärkewert eines Rapskuchens berechnen, welcher 36,5% Rohprotein, 8,0% Fett, 25,8% stickstofffreie Extraktstoffe und 11,5% Rohfaser enthält, so findet man mit Hilfe der Verdauungskoeffizienten der Tabelle II für den Gehalt an verdaulichen Stoffen: 29,6% Rohprotein, 6,3% Fett, 19,6% stickstofffreie Extraktstoffe und 0,9% Rohfaser. Da nach der Tabelle I auf 33,1 Teile Rohprotein 4,4 Teile Amide kommen, so hat man auf die 36,5% Rohprotein des vorliegenden Kuchens 4,8% Amide zu rechnen, welche als vollkommen verdaulich anzusehen und von den 29,6% verdaulichem Rohprotein abzuziehen sind; der Gehalt an verdaulichem Eiweiß stellt sich somit auf 24,8%. Für den Stärkewert findet man dann:

24,8% verdaul.	Eiweiß × 0,94	= 23,3%	Stärkewert
6,3 „ „	Fett × 2,41	= 15,2 „	„
20,5 „ „	stickstofffr. Extraktstoffe + Rohfaser × 1,00	= 20,5 „	„
	zusammen	59,0%	Stärkewert

Wären die Nährstoffe des Rapskuchens nun vollwertig, so würde die eben erhaltene Summe ohne weiteres den Stärkewert darstellen. Nach der Tabelle I beträgt die Wertigkeit der Rapskuchen aber nur 95%. Man hat daher noch

[1]) Die folgenden Zahlen sind aus der Menge Körperfett berechnet, welche die reinen Nährstoffe zu erzeugen vermögen. 1 Teil Körperfett entspricht 4 Teilen verdaulicher Stärke.

5% abzuziehen und findet so für den Stärkewert des vorliegenden Kuchens 56,0%. — Bei den Rauhfutterarten (Heu und Stroh) ist es zweckmäßig, sich nicht der Wertigkeitszahlen zu bedienen, sondern für jedes Prozent im Futter vorhandener (wohlgemerkt nicht der verdaulichen) Rohfaser den Betrag von 0,58 von dem wie oben berechneten Stärkewert abzuziehen. Ebenso verfährt man bei der Spreu, bei welcher 1% Rohfaser einen Abzug von 0,29 bedingt. Beispiele hierzu finden sich S. 169, woselbst mit dem Fettansatz gerechnet ist und die Stärkewerte einfach durch Multiplikation der Fettzahlen mit 4 zu erhalten sind. — Beim Grünfutter hängt der Stärkewert ebenfalls mit von dem Rohfasergehalte ab, so zwar, daß bei einem Gehalte des frischen Futters von 16% und mehr Rohfaser jedes Prozent dieses Bestandteils einen Abzug von 0,58 Stärkewert bedingt, während bei einem Gehalte von 4% Rohfaser und weniger dieser Abzug nur 0,29 Stärkewert beträgt. Für die dazwischenliegenden Rohfasergehalte sind dementsprechende Beträge abzuziehen, also für jedes Prozent Rohfaser im grünen Futter bei einem Gehalte von 6% Rohfaser 0,34%, von 8% 0,38, von 10% 0,43, von 12% 0,48 und von 14% 0,53 Stärkewert.

Die in der Tabelle III niedergelegten Futtermaße sind lediglich auf mittlere Verhältnisse der landwirtschaftlichen Praxis berechnet und in diesem Sinne nur als Grundlagen für die Futterzuteilung zu betrachten. Sache des einzelnen ist es, unter den besonderen Verhältnissen seines Betriebes an der Hand dieser Grundlagen zu entscheiden, ob von diesen Maßen nach der einen oder anderen Richtung abzuweichen ist. Das Wesentliche an den Fütterungsnormen sind die Angaben über die Menge des verdaulichen Eiweißes und des Stärkewertes. Diese sind vor allen Dingen einzuhalten und sorgfältig zu berechnen. Weniger wichtig und größeren Schwankungen unterworfen sind die Zahlen für die stickstofffreien Extraktstoffe + Rohfaser, bezw. Kohlenhydrate, deren Menge — je nach der Wertigkeit der verdaulichen Nährstoffe — innerhalb ziemlich weiter Grenzen schwanken kann. Demzufolge ist auch das Eiweiß- (bezw. Nährstoff-) Verhältnis unter den meisten Verhältnissen der Produktion nicht konstant. Nur da, wo das verdauliche Eiweiß für die Produktion nicht unmittelbar Verwendung findet, also beim Erhaltungsfutter, bei der Mästung ausgewachsener Tiere und bei schwacher Arbeitsleistung, ist dem Eiweißverhältnis stets dann Beachtung zu schenken, wenn man sich an die untere Grenze der Normen hält. Hier muß als Regel gelten, daß ein weiteres Eiweißverhältnis als 1 : 10—12 nicht einzuhalten ist, damit die sonst eintretende Verdauungsdepression (S. 53) vermieden wird.

Bei der Berechnung der Rationen wird man also so zu Werke gehen, daß man vor allem die in Aussicht genommene Menge des verdaulichen Eiweißes und den Stärkewert berechnet, dabei ferner das Volumen Trockensubstanzmenge und die Bekömmlichkeit der Futterstoffe berücksichtigt und gegebenenfalls (S. 613) auch die Menge des verdaulichen Fettes beachtet. Die übrigen Angaben der Normen dienen nur zur weiteren Kontrolle des Nährwertes der Rationen.

Tabelle I. Zusammensetzung, Verdaulichkeit und Stärkewert der Futtermittel.

(Nachdruck, auch auszugsweise, verboten.)

	Rohnährstoffe						Verdaul. Nährstoffe				Wertigkeit (vollwertig = 100)	Verdauliches Eiweiß	Stärkewert pro Doppelzentner
	Wasser %	Rohprotein %	Rohfett %	Stickstofffreie Extraktstoffe %	Rohfaser %	Asche %	Rohprotein %	Rohfett %	Stickstofffreie Extraktstoffe %	Rohfaser %		%	kg
I. Grünfutter.													
a) Gräser.													
Gerste, im Schossen	81,0	2,5	0,5	8,8	5,6	1,6	1,8	0,3	6,4	3,1	80	**1,5**	**9,6**
„ in und nach der Blüte	68,6	2,2	0,5	16,8	9,9	2,0	1,5	0,3	12,1	6,4	79	**1,3**	**16,0**
Gras, kurz vor der Blüte . .	75,0	3,0	0,8	13,1	6,0	2,1	2,0	0,4	9,1	3,9	87	**1,5**	**13,1**
„ Fettweide	78,2	4,5	1,0	10,1	4,0	2,2	3,4	0,6	8,1	2,8	92	**2,3**	**13,1**
„ Weide	80,0	3,5	0,8	9,7	4,0	2,0	2,5	0,4	7,3	2,6	91	**1,7**	**11,1**
„ von guten Wässerungswiesen	80,8	3,5	0,7	8,4	4,9	1,7	2,4	0,4	6,3	3,2	87	**1,3**	**9,9**
Gras, Süßgräser, Blüte . .	70,0	3,1	0,8	14,8	9,2	2,1	2,0	0,4	10,1	5,4	79	**1,3**	**13,7**
Hafer, im Schossen	83,9	2,3	0,5	8,0	3,8	1,5	1,7	0,4	5,2	2,3	89	**1,4**	**8,5**
„ in der Blüte	76,8	1,9	0,6	10,4	8,5	1,8	1,4	0,4	6,5	4,9	75	**1,2**	**10,0**
„ in der Reife	53,6	3,4	1,2	20,4	18,6	2,8	2,4	0,8	12,6	9,3	58	**2,1**	**14,7**
Hirse	87,0	1,3	0,2	6,2	4,1	1,2	0,7	0,1	3,8	2,2	82	**0,4**	**5,4**
Knaulgras vor u. anf. d. Blüte	79,6	2,3	0,7	10,7	4,8	1,9	1,5	0,4	7,6	3,0	89	**0,8**	**10,7**
Knaulgras, in der Blüte . .	73,0	2,5	0,9	14,2	7,3	2,1	1,5	0,4	9,5	4,3	83	**1,0**	**12,9**
Mais, amerikanischer . . .	82,8	1,4	0,4	8,9	5,0	1,5	0,7	0,2	5,5	2,7	82	**0,3**	**7,3**
„ europäische Saat . .	80,6	1,7	0,5	10,4	5,6	1,2	1,0	0,3	6,7	3,1	83	**0,6**	**9,1**
Mohar, in der Blüte . . .	73,0	3,1	0,6	11,9	9,1	2,3	1,8	0,3	7,4	5,4	74	**1,0**	**10,6**
Raigras, in der Blüte, englisches	75,2	2,9	0,7	11,5	7,1	2,6	1,8	0,3	7,4	4,0	81	**1,3**	**10,6**
Raigras, in der Blüte, französisches	68,5	3,4	0,8	14,3	10,1	2,9	2,1	0,4	9,8	5,9	76	**1,7**	**13,7**
Raigras, in der Blüte, italienisches	75,0	3,4	1,0	11,6	6,2	2,8	2,1	0,5	7,7	3,6	85	**1,3**	**11,4**
Roggen, Futter-	76,6	3,0	0,9	10,3	7,5	1,7	2,1	0,5	7,0	4,9	80	**1,4**	**11,3**
Sorghum, Zucker-	80,1	2,1	0,6	9,6	6,2	1,4	1,2	0,2	5,8	3,3	79	**0,7**	**8,1**
Timothee, in der Blüte . .	66,9	3,1	1,0	17,6	9,2	2,2	1,6	0,5	11,1	4,8	79	**1,0**	**14,0**
b) Kleearten und Hülsenfrüchte.													
Rotklee, sehr jung, Weideklee .	83,0	4,3	0,6	7,2	3,1	1,8	3,4	0,4	6,0	2,1	92	**2,1**	**10,0**
„ in der Knospung . .	84,1	3,3	0,6	6,8	3,8	1,4	2,4	0,4	5,5	2,3	89	**1,4**	**8,8**
„ Beginn der Blüte .	81,0	3,4	0,7	8,1	5,2	1,6	2,5	0,5	6,3	3,0	86	**1,7**	**10,2**
„ volle Blüte	79,0	3,4	0,7	9,4	5,9	1,6	2,2	0,4	6,7	2,6	83	**1,7**	**9,7**
Bastardklee, schwedischer Klee, Beginn der Blüte . . .	82,2	3,7	0,7	6,3	5,5	1,6	2,4	0,5	4,5	2,9	82	**1,3**	**7,9**
Bastardklee, volle Blüte . .	81,8	2,8	0,7	7,0	6,2	1,5	1,6	0,4	5,0	3,0	79	**1,0**	**7,6**
Inkarnatklee, in der Blüte .	81,5	2,8	0,7	6,9	6,2	1,9	2,1	0,5	5,2	3,5	81	**1,5**	**9,0**

	Rohnährstoffe						Verdaul. Nährstoffe				Wertigkeit (vollwertig = 100)	Verdauliches Eiweiß	Stärkewert pro Doppelzentner
	Wasser %	Rohprotein %	Rohfett %	Stickstofffreie Extraktstoffe %	Rohfaser %	Asche %	Rohprotein %	Rohfett %	Stickstofffreie Extraktstoffe %	Rohfaser %		%	kg
Weißklee, Beginn der Blüte .	81,5	4,4	0,8	6,9	4,3	2,1	2,8	0,5	4,7	2,6	88	1,9	8,8
Luzerne, sehr jung	81,1	5,6	0,8	6,2	4,4	1,9	4,3	0,4	4,7	2,0	87	2,7	8,7
„ vor der Blüte . .	76,0	4,5	0,8	9,6	6,8	2,3	3,2	0,4	6,3	2,9	79	1,7	9,1
„ volle Blüte . .	76,0	3,9	0,8	9,3	7,8	2,2	2,7	0,4	5,7	3,5	74	1,5	8,4
Esparsette, Beginn der Blüte	81,0	3,6	0,6	7,9	5,5	1,4	2,6	0,4	6,2	2,5	85	1,9	9,5
„ volle Blüte . . .	80,0	3,5	0,6	7,8	6,9	1,2	2,3	0,3	4,8	3,2	76	1,6	7,6
Serradella, Beginn der Blüte	86,7	2,6	0,6	5,6	3,2	1,3	2,0	0,4	3,6	1,7	88	1,5	6,6
„ volle Blüte. . .	82,3	3,2	0,7	7,3	5,1	1,4	2,1	0,5	4,0	2,5	82	1,5	7,3
Bokhara-(Stein-)klee, Blüte .	79,7	4,1	0,8	7,4	5,7	2,3	2,6	0,4	5,0	2,8	81	1,6	8,2
Hopfenklee, Beginn der Blüte	80,0	3,5	0,8	8,4	5,7	1,6	2,4	0,4	5,9	2,8	83	1,6	9,1
Sandluzerne, „ „ „	80,0	3,4	0,7	8,1	6,1	1,7	2,3	0,4	5,8	3,0	81	1,5	8,9
Wundklee	82,0	2,4	0,6	8,6	5,1	1,3	1,4	0,3	5,7	2,7	83	0,6	7,9
Ackerbohne, Beginn der Blüte	85,0	3,2	0,8	5,7	3,3	2,0	2,3	0,5	4,1	1,6	88	1,5	7,1
Erbse „ „ „	84,5	4,0	0,5	5,1	4,5	1,4	2,9	0,3	3,2	2,3	83	1,9	6,6
Futterwicke, Beginn der Blüte	84,5	3,7	0,4	5,4	4,1	1,9	2,9	0,3	4,0	2,2	86	1,8	7,3
„ in der Blüte . .	82,5	3,2	0,5	7,2	5,1	1,5	2,2	0,3	4,9	2,3	83	1,4	7,5
Lupine, Beginn der Blüte. .	87,8	2,9	0,3	5,0	3,0	1,0	2,2	0,2	3,1	2,2	88	1,1	5,9
„ Ende „ „ . .	83,1	3,2	0,4	7,0	5,3	1,0	2,1	0,2	4,0	3,6	81	0,8	7,1
Peluschke	83,2	3,5	0,6	5,6	5,9	1,2	2,4	0,3	3,7	3,0	77	1,6	6,8
Sandwicke, Blüte.	83,3	4,2	0,6	5,3	5,2	1,4	2,9	0,4	3,6	2,3	81	2,0	6,9
Waldplatterbse, vor der Blüte	83,2	5,1	0,4	5,5	4,8	1,0	3,8	0,2	3,6	2,4	83	2,7	7,4
„ Ende d. Blüte	71,5	6,5	0,7	11,4	8,2	1,7	4,0	0,3	6,8	4,1	78	2,9	11,1
Wicklinse, in der Blüte . . .	83,8	3,9	0,5	6,7	3,4	1,7	2,9	0,3	4,0	2,0	88	2,0	7,5
c) Andere Futterpflanzen.													
Buchweizen in der Blüte . .	83,7	2,5	0,6	7,8	4,3	1,1	1,6	0,3	5,2	2,5	87	1,1	8,1
Heidekraut	50,0	3,5	4,3	16,6	22,7	2,9	1,4	1,5	8,6	7,0	31	0,7	6,0
Raps, Winter-, in der Blüte.	85,9	2,8	0,8	5,7	3,5	1,3	2,0	0,5	3,9	1,9	87	1,3	7,0
Senf, weißer, „ „ „ .	85,1	2,9	0,4	7,3	2,9	1,4	1,9	0,2	4,9	1,5	90	1,3	7,2
Spörgel, in der Blüte . . .	80,2	2,4	0,6	10,0	4,7	2,1	1,5	0,3	6,7	2,9	86	1,0	9,6
Stechginster	48,7	5,3	1,1	18,1	24,0	2,8	2,2	0,5	10,9	9,6	39	1,5	9,0
Beinwell (Symphitum) . . .	88,5	2,5	0,3	5,0	1,7	2,0	1,5	0,2	3,7	0,8	91	0,9	5,2
Wasserpest	88,0	2,2	0,3	5,1	2,0	2,4	1,4	0,1	3,5	1,0	91	1,1	5,2
d) Blätter und Kraut.													
Futterkohl	84,7	2,5	0,7	8,1	2,4	1,6	1,8	0,4	6,5	1,7	94	1,2	9,4
Kartoffelkraut, Juli-August .	85,0	3,6	0,7	6,2	3,0	1,5	2,0	0,2	3,8	1,3	86	0,9	5,5
„ kurz vor der Ernte .	77,0	2,5	1,0	10,2	6,2	3,1	1,1	0,2	6,1	2,2	78	0,6	7,2
Kohlrabiblätter	86,5	2,8	0,4	7,1	1,6	1,6	1,9	0,2	5,7	0,9	93	0,4	6,3
Kohlrübenblätter	88,4	2,2	0,5	5,3	1,5	2,1	1,5	0,2	4,2	0,8	93	0,4	5,3
Mohrrübenblätter	81,8	3,4	0,9	7,1	2,5	4,3	2,2	0,5	4,7	1,4	91	1,5	7,8
Runkelrübenblätter	89,0	2,4	0,4	4,6	1,6	2,0	1,6	0,2	3,5	0,9	92	1,0	5,3
Topinamburkraut	67,7	3,4	1,1	17,4	5,4	5,0	2,0	0,5	13,1	2,2	91	1,7	16,2
Weißkraut	90,0	1,7	0,3	5,0	1,8	1,2	1,2	0,1	3,8	1,3	91	0,7	5,4
Zuckerrübenblätter und Köpfe.	83,5	2,3	0,4	7,4	1,6	4,8	1,7	0,1	6,6	1,2	84	1,4	7,8

	Rohnährstoffe						Verdaul. Nährstoffe						
	Wasser %	Rohprotein %	Rohfett %	Stickstofffreie Extraktstoffe %	Rohfaser %	Asche %	Rohprotein %	Rohfett %	Stickstofffreie Extraktstoffe %	Rohfaser %	Wertigkeit (vollwertig = 100)	Verdauliches Eiweiß %	Stärkewert pro Doppelzentner kg
Birkenlaub, August	55,0	7,9	3,9	24,7	6,9	1,6	4,8	2,5	16,3	3,7	91	**3,9**	**26,0**
Buchenlaub, Aug.-Sept. . .	57,0	6,9	1,5	21,7	9,8	3,1	4,2	0,8	14,3	4,4	82	**3,4**	**19,2**
Hopfenlaub und Ranken . .	66,0	4,7	1,3	14,7	9,2	4,1	3,0	0,8	9,4	3,8	83	**2,4**	**18,7**
Reisig im Winter	25,0	4,6	1,9	40,3	26,7	1,5	2,1	0,8	20,2	6,7	49	**1,6**	**14,5**
„ „ Frühjahr	30,0	2,6	1,4	36,2	28,2	1,6	1,2	0,6	18,1	7,1	40	**0,8**	**10,8**
„ von Pappeln, Juli . .	23,6	6,0	2,6	34,4	30,4	3,0	2,3	1,1	17,5	8,2	40	**1,7**	**11,9**
II. Sauerfutter und Braunheu.													
a) Sauerfutter aus Gruben.													
Esparsette	83,3	3,4	1,0	5,2	5,9	1,2	2,3	0,5	3,5	2,5	76	**1,3**	**6,2**
Futterroggen	86,9	1,6	0,5	5,7	4,4	0,9	0,9	0,2	3,4	2,6	81	**0,5**	**5,6**
Gras	80,6	2,0	0,8	8,1	6,5	2,0	1,4	0,4	4,7	3,8	78	**0,9**	**7,9**
Grünhafer	76,3	1,9	0,8	10,7	8,5	1,8	1,1	0,4	5,9	5,1	72	**0,6**	**8,9**
Grünmais	81,5	1,6	0,8	9,0	5,7	1,4	0,8	0,4	6,2	3,2	82	**0,4**	**8,6**
Kartoffelkraut	75,0	3,2	2,7	9,1	4,4	5,6	1,2	1,2	5,0	1,7	86	**0,3**	**8,0**
Kleegras	80,0	3,4	1,0	7,2	6,0	2,4	2,2	0,5	5,1	3,3	81	**1,3**	**8,6**
Lupinen	82,0	3,2	1,6	5,4	5,9	1,9	2,1	0,8	3,5	3,9	80	**1,1**	**8,0**
Luzerne	83,1	3,7	1,4	4,8	5,0	2,0	2,5	0,7	3,3	2,1	81	**1,5**	**6,6**
Rotklee	78,5	4,4	1,2	6,9	6,5	2,5	2,9	0,6	5,1	3,5	81	**1,7**	**9,2**
Runkelblätter	77,6	3,0	1,1	10,0	3,3	5,0	2,0	0,5	5,4	1,8	87	**0,7**	**7,9**
Zuckerrübenblätter und Köpfe .	77,0	2,4	0,7	9,1	3,4	7,4	1,5	0,3	7,2	2,5	91	**0,2**	**9,5**
b) Preßfutter.													
Buchweizen	70,3	2,4	0,8	16,5	7,8	2,2	1,5	0,4	10,7	3,9	81	**0,7**	**13,0**
Gras	68,0	3,8	2,7	12,9	9,9	2,7	1,9	1,3	7,5	5,9	74	**0,7**	**12,3**
Grünmais	81,8	2,0	1,2	7,8	5,5	1,7	1,2	0,6	4,8	3,2	81	**0,5**	**7,8**
Lupinen	80,3	2,9	1,0	4,9	9,5	1,4	1,8	0,5	2,9	5,2	58	**0,7**	**5,6**
Luzerne	72,5	4,0	3,2	6,1	10,7	3,5	3,0	1,6	4,2	4,3	61	**1,2**	**7,8**
Rotklee	70,0	5,6	2,0	11,6	8,5	2,3	3,9	1,0	7,8	3,8	77	**1,9**	**11,8**
Serradella	65,3	7,0	1,5	13,5	10,4	2,3	4,5	0,7	9,4	6,2	76	**2,2**	**14,5**
Waldplatterbse	65,0	10,3	2,5	10,1	8,9	3,2	7,6	1,2	6,7	4,5	80	**5,3**	**14,8**
Wickhafer	81,3	3,4	0,8	6,6	5,5	2,4	2,0	0,4	4,0	3,0	78	**0,8**	**6,7**
c) Braunheu.													
Esparsette	11,0	17,3	4,2	30,2	31,0	6,3	11,4	2,8	19,3	13,0	59	**6,2**	**25,6**
Luzerne	20,0	12,9	3,1	33,8	21,4	8,8	9,0	1,6	18,6	9,6	66	**5,1**	**23,7**
Mais	30,0	5,7	1,6	34,3	21,8	6,6	2,7	0,8	21,9	12,9	66	**1,0**	**24,7**
Rotklee	14,5	13,8	2,6	36,8	23,7	8,6	8,9	1,3	25,0	11,4	70	**6,8**	**31,6**
Wiesengras	15,8	10,2	3,0	40,2	23,5	7,3	6,6	1,5	28,1	13,9	73	**5,1**	**36,1**
III. Dürrheu.													
a) Wiesenheu und Gräser.													
Wiesenheu, geringes	14,3	7,5	1,5	38,2	33,5	5,0	3,4	0,5	19,3	15,6	49	**2,5**	**18,9**
„ weniger gutes . .	14,5	9,2	2,0	39,7	29,2	5,4	4,6	0,6	21,1	15,3	58	**3,2**	**23,7**

	Rohnährstoffe						Verdaul. Nährstoffe						
	Wasser	Rohprotein	Rohfett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfaser	Asche	Rohprotein	Rohfett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfaser	Wertigkeit (vollwertig = 100)	Verdauliches Eiweiß	Stärkewert pro Doppelzentner
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%		%	kg
Wiesenheu, gutes	14,3	9,7	2,5	41,0	26,3	6,2	5,4	1,0	25,7	15,0	67	3,8	31,0
" sehr gutes	15,0	11,7	2,8	41,6	21,9	7,0	7,4	1,3	27,9	13,8	74	5,0	36,2
" vorzügliches	16,0	13,5	3,0	40,4	19,3	7,8	9,2	1,5	30,1	12,7	78	6,5	40,6
Grummet von guten unbewässerten Wiesen	14,8	11,5	3,4	39,4	22,5	8,4	6,9	1,6	26,4	14,0	73	5,6	35,7
Grummet von feuchten, bewässerten Wiesen	15,0	12,4	4,6	40,6	19,7	7,7	7,4	2,1	27,2	12,2	77	6,0	37,7
Alpenheu	14,5	12,1	3,6	39,8	23,6	6,4	8,2	2,1	27,0	15,1	74	6,4	38,5
Moorwiesenheu	11,0	9,3	2,4	44,2	26,7	6,4	5,1	1,3	28,3	15,8	69	3,7	34,7
Moorwiesengrummet	15,0	11,4	2,5	40,4	23,3	7,4	7,0	1,2	25,4	14,5	72	5,4	33,8
Heu von Rieselfeldern	17,0	16,5	2,3	30,5	24,9	8,8	10,9	0,8	16,8	15,9	65	6,7	26,2
Waldgrasheu	15,0	8,7	2,1	43,2	26,0	5,0	5,0	1,0	27,6	15,3	69	4,1	33,7
Salzwiesenheu	11,7	8,1	2,7	41,7	28,4	7,4	4,3	1,4	24,6	16,4	65	3,0	30,1
Saures Wiesenheu	13,0	7,6	2,4	37,3	33,4	6,3	3,8	0,8	21,8	15,0	52	3,0	20,9
Hafer in der Blüte	11,5	7,5	2,4	42,4	30,1	6,1	5,6	1,7	26,7	18,1	67	4,8	35,2
Moharheu	13,4	10,8	2,2	38,5	29,4	5,7	6,1	0,9	23,4	17,6	64	4,8	30,3
Raigras, i. d. Blüte, englisch	14,3	10,2	2,7	36,1	30,2	6,5	5,1	0,8	19,9	15,4	56	3,3	22,5
" i. d. " französisch	14,3	11,2	2,7	32,6	29,4	9,8	5,6	0,8	17,5	15,6	55	3,5	21,0
" i. d. " italienisch	14,3	11,2	3,2	40,6	22,9	7,8	7,1	1,4	26,6	14,9	73	4,9	35,6
Roggen, im Schossen	14,3	10,4	2,5	39,0	28,5	5,3	7,3	1,5	27,3	17,1	69	6,2	36,6
Süßgräser	14,3	9,5	2,6	39,1	28,7	5,8	5,3	1,1	23,6	17,3	65	4,0	30,2
Timotheeheu	14,3	8,5	2,4	41,1	28,5	5,2	4,0	1,0	25,5	15,1	64	3,2	29,1
b) Kleearten und Hülsenfrüchte.													
Rotkleeheu, geringes	15,0	11,1	2,1	37,8	28,9	5,1	5,7	1,0	24,6	11,6	60	4,0	25,2
" weniger gutes	16,0	12,3	2,2	38,2	26,0	5,3	7,0	1,2	25,3	11,7	66	4,5	28,5
" gutes	16,5	13,5	2,9	37,1	24,0	6,0	8,5	1,7	26,0	11,3	70	5,5	31,9
" vorzügliches	16,5	15,3	3,2	35,8	22,2	7,0	10,7	2,1	26,8	11,0	74	7,0	35,6
" stark beregnet	16,0	11,9	1,5	30,5	33,1	7,0	6,1	0,7	18,3	13,2	49	4,8	18,3
Luzerne, vor der Blüte	16,0	16,2	2,4	31,1	27,0	7,3	12,1	1,1	21,1	11,3	63	8,1	26,5
" in " "	16,5	14,2	2,6	29,2	29,5	8,0	9,7	1,2	18,1	13,2	57	6,2	22,4
Esparsette, vor der Blüte	15,8	15,4	3,2	34,0	24,9	6,7	10,9	2,1	25,2	10,7	70	7,8	32,9
" in " "	16,5	13,2	2,5	32,5	28,0	7,3	9,6	1,6	25,3	11,8	66	7,5	31,1
Hopfenklee	16,0	15,4	3,4	33,2	24,5	7,5	11,8	1,6	23,2	10,8	69	8,6	31,0
Horn- oder Schotenklee	12,5	13,5	3,0	41,7	22,5	6,8	7,4	1,5	27,1	11,2	72	5,1	33,0
Inkarnatklee	16,7	12,0	2,4	35,5	26,2	7,2	8,3	1,0	23,1	12,3	64	5,5	27,4
Sandluzerne	16,7	15,2	3,0	28,9	30,1	6,1	11,7	1,2	20,2	12,9	60	8,3	25,8
Schwedischer Klee in der Blüte	16,0	13,6	3,1	34,5	25,7	7,1	8,3	1,3	23,8	13,1	67	5,6	29,8
Serradella	16,0	15,2	3,0	33,4	25,6	6,8	11,4	2,0	20,9	12,8	68	9,2	31,4
Stein-(Bokhara-)Klee, jung	16,0	16,7	2,8	26,2	30,3	8,0	8,5	1,6	18,1	13,6	55	4,4	21,4
Weißklee, in der Blüte	16,0	14,9	3,6	35,7	23,1	6,7	8,5	2,1	25,0	11,8	71	4,9	32,1
Wundklee " " "	16,0	10,2	2,2	36,5	29,0	6,1	6,1	1,0	23,7	14,2	62	4,9	27,7
Erbsen, Anfang der Blüte	16,0	21,8	2,8	28,8	23,3	7,3	16,7	1,7	18,6	12,8	71	12,0	32,6
" in der Blüte	16,7	14,3	2,6	34,2	25,2	7,0	9,4	1,6	20,5	12,6	66	6,6	27,8
Futterwicke, Anfang der Blüte	16,7	19,8	2,3	28,5	23,4	9,3	15,1	1,4	18,5	12,6	69	10,8	30,4
" in der Blüte	16,7	14,2	2,5	32,8	25,5	8,3	9,4	1,5	19,7	12,8	65	6,6	26,9

	Rohnährstoffe						Verdaul. Nährstoffe				Wertigkeit (vollwertig = 100)	Verdauliches Eiweiß	Stärkewert pro Doppelzentner
	Wasser %	Rohprotein %	Rohfett %	Stickstofffreie Extraktstoffe %	Rohfaser %	Asche %	Rohprotein %	Rohfett %	Stickstofffreie Extraktstoffe %	Rohfaser %		%	kg
Hainwicke, in der Blüte	16,0	21,2	2,8	35,2	19,6	5,2	14,8	1,6	26,7	9,8	77	9,8	37,5
Lupinen, gelbe, in der Blüte	16,0	18,5	2,3	31,6	26,5	5,1	13,7	1,1	19,6	19,4	69	8,5	33,8
„ „ zur Hälfte abgeblüht	16,0	15,3	2,0	33,2	29,0	4,5	10,2	1,0	19,9	18,8	63	5,3	28,9
Sandwicke in der Blüte	16,0	22,5	2,2	28,9	25,4	5,0	18,9	1,4	22,8	15,5	73	13,7	39,2
Sojabohnenheu	16,0	17,2	2,2	28,9	29,5	6,2	11,9	0,7	19,1	15,6	66	8,5	27,0
Vogelwicke, Blütezeit	16,5	17,3	2,0	34,6	25,3	4,3	12,1	0,9	25,2	13,2	69	8,0	33,0
Waldplatterbse in der Blüte	17,2	20,7	3,5	27,5	25,0	6,1	14,9	2,1	17,9	12,7	67	9,1	28,7
Wickhaferheu, Wicken blühend	16,0	11,6	3,3	36,3	24,2	8,6	6,5	1,7	23,3	12,3	67	4,2	28,8
Zaunwicke in der Blüte	16,0	19,2	2,4	28,9	27,5	6,0	14,6	1,1	20,3	14,1	65	10,2	30,2
c) Sonstige Futterpflanzen.													
Ackerspörgel	14,0	12,1	2,3	40,7	21,8	9,1	7,7	1,2	27,2	13,0	74	6,3	35,8
Buchweizen	14,0	10,5	2,1	35,6	31,4	6,4	6,2	1,0	22,2	17,3	60	4,7	27,7
Raps	15,5	15,7	4,4	34,5	20,5	9,4	11,0	2,2	24,1	11,3	75	8,5	35,8
Senf, weißer, Anfang der Blüte	15,0	11,1	2,8	37,2	26,4	7,5	6,3	1,4	22,0	14,5	65	4,0	27,7
Stechginster	15,0	9,0	2,0	28,7	41,8	3,5	3,6	0,9	17,2	16,7	37	2,7	14,0
Symphitum (Beinwell) vor der Blüte	15,0	20,7	2,7	35,1	11,5	15,0	12,0	1,8	29,7	2,1	85	9,5	37,5
d) Laub, Kraut, Blätter.													
Brennesselblätter	11,4	18,3	7,7	38,0	10,6	14,0	12,8	4,9	30,0	6,0	89	9,3	48,0
Hopfenlaub und Stengel	10,6	12,5	3,5	38,1	24,5	10,8	8,0	2,5	27,1	7,6	69	6,1	31,1
Kartoffelkraut	10,0	9,4	2,4	40,6	26,0	11,6	3,8	0,6	24,4	9,6	68	2,3	25,3
Laubblätter, Ende Juli	16,0	10,5	3,0	49,3	14,2	7,0	6,2	2,4	32,5	5,3	82	3,7	37,7
Pappellaub, Oktober	16,0	10,8	8,7	39,6	17,4	7,5	6,0	6,9	26,2	5,6	73	3,4	26,7
Rebenlaub, Herbst	12,0	11,4	5,7	52,9	8,0	10,0	6,7	4,5	34,4	3,0	90	4,1	42,5
Rebholz, einjährig	14,0	4,5	1,4	38,6	39,3	2,2	0,7	1,2	16,0	7,3	56	0	14,3
Reisig, im Winter, Akazien	12,4	9,8	1,7	41,0	31,5	3,6	5,5	0,6	19,3	6,6	41	4,0	12,6
„ „ „ Buchen	15,3	4,0	1,6	38,0	38,5	2,6	0,6	0,2	6,1	2,7	—139	0,1	—12,9
„ belaubt, i. Juli, Pappeln	13,6	6,7	2,9	39,1	34,4	3,3	2,6	1,1	19,9	9,4	40	1,8	13,2
Sägemehl von Fichtenholz	16,5	0,3	0,7	19,6	62,4	0,5	—	—	7,8	6,9	—22	—	—3,3
Topinamburkraut	12,5	12,7	2,2	48,1	14,2	10,3	7,6	1,1	33,6	4,1	82	6,1	37,3
Ulmenkraut	12,0	15,9	2,9	49,9	8,6	10,7	11,6	0,7	40,7	4,9	91	8,5	50,0
Zuckerrübenblätter und -Köpfe, getrocknet	14,0	9,1	0,8	34,8	11,1	30,2	4,4	0,2	29,2	7,9	82	2,4	32,6
IV. Stroharten.													
a) Halmfruchtstroh.													
Dinkel, Winter-	14,3	2,7	1,4	31,8	44,0	5,8	0,8	0,4	22,0	11,8	28	0,6	9,7
Gerste, Sommer-	14,3	3,5	1,4	35,9	39,5	5,4	0,9	0,5	19,0	21,3	46	0,6	19,0
„ „ mit Klee durchwachsen	14,3	6,5	2,0	38,0	33,4	5,8	3,2	1,0	20,9	18,4	56	2,4	24,2

	Rohnährstoffe						Verdaul. Nährstoffe						
	Wasser %	Rohprotein %	Rohfett %	Stickstofffreie Extraktstoffe %	Rohfaser %	Asche %	Rohprotein %	Rohfett %	Stickstofffreie Extraktstoffe %	Rohfaser %	Wertigkeit (vollwertig = 100)	Verdauliches Eiweiß %	Stärkewert pro Doppelzentner kg
rste, Winter-	14,3	3,2	1,4	33,5	42,0	5,6	0,7	0,4	12,7	21,0	31	0,5	10,7
iferstroh	14,3	3,8	1,6	35,9	38,7	5,7	1,3	0,5	16,5	20,9	43	1,0	17,0
rsestroh	15,0	4,8	2,3	36,4	35,2	6,3	1,6	1,1	20,0	19,4	52	1,2	22,3
aisstroh	15,0	5,0	1,5	34,5	39,2	4,8	1,7	0,5	17,2	23,5	47	1,3	20,3
isstroh	13,2	5,5	2,2	33,5	35,3	10,3	2,5	1,0	10,7	20,1	40	1,2	13,5
mmerhalmstroh, mittel	14,3	3,7	1,4	37,5	39,0	4,1	1,2	0,4	18,5	21,1	46	1,0	18,8
" sehr gut	14,3	6,5	2,3	34,0	36,4	6,5	2,6	0,8	17,5	20,6	50	2,2	20,7
ggen, Winter-	14,3	3,1	1,3	33,2	44,0	4,1	0,6	0,4	12,9	22,0	30	0,4	10,6
eizen, "	14,3	3,0	1,2	35,9	40,8	4,8	0,2	0,4	13,3	20,4	32	—	10,9
interhalmstroh, mittel	14,3	3,0	1,2	34,6	42,2	4,7	0,2	0,4	13,1	22,0	32	—	11,5
" sehr gut	14,3	4,8	1,4	35,8	38,3	5,4	0,8	0,5	16,1	21,4	43	0,4	16,7
b) Hülsenfruchtstroh.													
kerbohnen	18,4	8,1	1,1	31,0	36,0	5,4	4,0	0,5	20,5	15,5	48	3,2	19,2
bsen	13,6	9,0	1,6	33,7	35,5	6,6	4,3	0,7	18,5	13,7	44	3,4	16,2
tterwicke	13,3	9,0	1,7	29,8	40,9	5,3	4,1	0,8	15,4	16,4	35	3,2	12,7
ilsenfruchtstroh, mittel	16,0	8,0	1,0	32,5	38,0	4,5	3,8	0,4	18,2	15,4	41	3,0	15,2
" sehr gut	16,0	10,2	1,2	33,0	34,5	5,1	5,0	0,5	19,5	15,0	49	3,8	19,1
nsen	16,0	13,9	1,7	28,1	33,6	6,7	6,8	0,8	16,8	13,7	46	4,0	16,4
pinen	16,0	6,5	1,4	30,8	41,4	3,9	2,5	0,4	20,0	21,0	45	1,6	19,4
tklee	16,0	9,1	1,8	22,8	44,6	5,7	4,0	0,6	11,1	16,4	18	3,1	5,8
andwicke	16,0	6,7	1,2	32,1	39,9	4,1	2,8	0,4	16,2	15,5	33	2,1	11,4
ojabohne	16,0	7,4	2,0	38,3	26,1	10,2	3,7	1,2	25,3	9,9	52	3,0	16,2
aldplatterbse	14,8	13,1	1,7	29,0	37,0	4,4	8,7	0,8	15,0	11,0	37	7,0	12,7
c) Andere Pflanzen.													
uchweizen	16,0	4,8	1,2	34,6	38,2	5,2	2,2	0,5	18,0	17,2	42	1,7	15,7
ohn	16,0	6,1	1,4	33,9	33,9	8,7	2,8	0,6	18,4	15,2	47	2,2	17,2
aps	16,0	2,5	1,2	38,7	37,8	3,8	1,0	0,5	20,4	14,0	42	0,7	15,2
V. Spreu und Schalen.													
a) Halmfrüchte.													
ari	5,7	3,9	0,9	55,7	25,8	8,0	1,5	0,4	33,4	12,9	85	1,1	40,7
inkel	14,3	3,5	1,3	32,6	40,0	8,3	1,1	0,4	13,9	20,0	67	0,7	23,8
erste	14,5	2,9	1,5	38,4	29,9	12,8	0,8	0,5	17,3	14,4	74	0,5	24,5
afer	13,8	5,0	2,5	41,5	26,7	10,5	1,9	0,8	19,9	13,6	79	1,4	28,6
irse	12,0	4,8	2,2	29,0	40,8	11,2	1,7	0,7	13,6	15,1	62	1,2	19,4
Maiskolben, entkörnt	13,1	3,5	0,9	41,3	38,9	2,3	1,6	0,4	22,2	19,5	49	1,2	21,1
eisschalen	10,0	3,7	1,4	32,3	38,1	14,5	0,4	0,9	11,3	0,4	19	0,1	2,5
oggen	14,3	3,5	1,3	29,1	44,1	7,7	1,1	0,4	11,3	22,0	63	0,7	22,0
Weizen	16,0	4,7	1,7	37,1	30,4	10,1	1,4	0,5	16,7	14,6	74	0,9	24,3
b) Hülsenfrüchte.													
Bohnen	15,0	10,7	2,0	32,5	33,5	6,3	5,2	1,0	21,1	14,4	53	4,0	21,8
Erbsen	14,0	9,8	1,2	33,7	35,4	5,9	4,9	0,5	20,2	15,9	50	3,7	20,1

	Rohnährstoffe						Verdaul. Nährstoffe				Wertigkeit (vollwertig = 100)	Verdauliches Eiweiß	Stärkewert pro Doppelzentner
	Wasser	Rohprotein	Rohfett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfaser	Asche	Rohprotein	Rohfett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfaser			
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%		%	kg
Erdnußhülsenmehl	10,1	7,2	2,9	18,5	59,1	2,2	2,6	2,8	7,2	2,0	1	**2,1**	**0,1**
Linsen	15,0	18,3	1,8	38,4	19,5	7,0	10,1	1,0	22,2	9,6	73	**8,3**	**30,3**
Lupinen	15,0	6,8	0,7	41,5	30,1	5,9	2,6	0,2	25,3	14,4	45	**1,8**	**14,4**
Sojabohnen.	12,0	6,3	1,5	42,0	30,1	8,1	2,8	0,8	30,7	15,3	65	**2,0**	**32,0**
Wicken	15,0	10,4	2,2	31,8	32,3	8,3	5,1	1,1	19,1	13,9	52	**3,9**	**20,1**
c) Andere Pflanzen.													
Baumwollsaatschalen. . . .	11,5	3,5	1,3	39,3	40,7	3,7	0,2	0,8	19,6	17,5	77	—	**29,7**
Buchweizen.	13,2	4,6	1,1	35,4	43,5	2,2	2,1	0,5	14,8	13,1	59	**1,6**	**17,8**
Kakaoschalenmehl	10,0	14,3	6,2	46,3	15,8	7,4	0,6	5,2	22,3	3,3	88	—	**33,6**
Lein	11,6	3,5	3,4	35,0	40,7	5,8	1,4	1,7	13,0	12,2	60	**1,0**	**17,7**
Leindotter	11,2	2,7	1,1	32,6	45,2	7,2	1,0	0,4	12,1	13,6	52	**0,7**	**14,1**
Raps.	16,0	3,5	1,6	34,4	37,4	7,1	1,5	0,7	16,6	15,3	37	**1,1**	**12,7**
Rübsen	15,2	3,5	1,5	34,3	37,7	7,8	1,5	0,6	16,5	15,5	36	**1,1**	**12,4**
VI. Wurzeln und Knollen.[1]													
Kartoffeln, mittel	75,0	2,1	0,1	21,0	0,7	1,1	1,6	—	18,9	—	100	**0,9**	**19,7**
„ wasserreich . . .	83,0	1,6	0,1	13,9	0,6	0,8	1,2	—	12,5	—	100	**0,7**	**13,2**
„ wasserarm . . .	74,0	2,1	0,1	21,9	0,8	1,1	1,6	—	19,7	—	100	**0,9**	**20,5**
„ sehr wasserarm . .	68,0	2,5	0,2	27,3	0,9	1,1	1,9	—	24,6	—	100	**1,0**	**25,5**
„ gefroren	61,6	1,6	0,1	34,8	0,8	1,1	1,2	—	31,3	—	100	**0,7**	**32,0**
„ gesäuert	73,5	2,2	0,5	21,7	0,7	1,4	1,6	0,1	18,4	—	95	**0,9**	**18,2**
„ gefroren u. gedämpft	66,5	1,5	0,1	30,1	0,8	1,0	1,1	—	27,1	—	100	—	**27,1**
„ desgl. u. gesäuert .	68,9	1,7	0,5	27,0	0,9	1,0	1,3	0,1	23,0	—	95	—	**22,0**
„ getrocknet. . . .	12,0	7,4	0,4	74,0	2,3	3,9	4,8	—	70,0	0,3	100	**3,6**	**73,7**
Preßkartoffeln	12,0	3,0	0,2	80,0	2,8	2,0	—	—	76,8	0,2	100	—	**77,0**
Kohlrabi.	88,0	2,3	0,1	7,2	1,4	1,0	1,2	—	6,5	0,6	90	**0,4**	**6,7**
Kohlrübe	87,8	1,5	0,2	8,3	1,3	0,9	1,2	—	7,6	0,9	85	**0,3**	**7,5**
„ gesäuert.	85,6	1,8	0,2	9,1	2,2	1,1	1,2	0,1	8,1	1,0	80	**0,2**	**8,1**
Mohrrübe	87,0	1,2	0,2	9,3	1,3	1,0	0,8	0,1	8,9	0,7	87	**0,4**	**8,7**
Pastinake	83,2	1,1	0,3	13,0	1,4	1,0	0,9	0,1	12,5	0,8	86	**0,5**	**11,6**
Runkelrübe, große	89,5	1,3	0,1	6,7	1,0	1,4	0,9	—	6,4	0,3	74	**0,1**	**5,0**
„ kleine	86,5	1,1	0,1	10,6	0,8	0,9	0,8	—	10,1	0,3	70	**0,1**	**7,4**
„ mittel	88,0	1,2	0,1	8,7	0,9	1,1	0,8	—	8,3	0,3	72	**0,1**	**6,3**
Stoppelrübe	91,5	0,9	0,1	6,0	0,8	0,7	0,6	—	5,5	0,3	77	**0,2**	**4,6**
Topinambur	79,6	1,5	0,2	16,9	0,7	1,1	1,0	—	15,8	0,2	92	**0,4**	**16,4**
Turnips.	90,8	1,2	0,2	5,9	1,1	0,8	0,8	—	5,4	0,4	78	**0,3**	**4,8**
Zuckerrübe	75,0	1,3	0,1	21,4	1,5	0,7	0,9	—	20,3	0,5	75	**0,3**	**15,8**

[1]) Der Gleichmäßigkeit mit den übrigen Futterstoffen wegen ist bei den zuckerführenden Wurzelgewächsen der Zuckergehalt nicht auf gewöhnliche stickstofffreie Extraktstoffe umgerechnet worden. Nur in der Höhe der Wertigkeit und des Stärkewertes kommt der Zuckergehalt, seinem geringeren Produktionswerte entsprechend, mit zum Ausdruck.

	Rohnährstoffe						Verdaul. Nährstoffe				Wertigkeit (vollwertig = 100)	Verdauliches Eiweiß	Stärkewert pro Doppelzentner
	Wasser	Rohprotein	Rohfett	Stickstoffreie Extraktstoffe	Rohfaser	Asche	Rohprotein	Rohfett	Stickstoffreie Extraktstoffe	Rohfaser			
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%		%	kg
VII. Körner und Samen.													
1. Cerealien-Körner.													
Dari (Sorgh. tart.) . . .	11,1	9,6	3,8	71,2	1,9	2,4	7,7	3,0	60,5	1,0	100	**6,7**	**74,2**
Dinkel, Spelzweizen . . .	13,7	10,9	1,4	56,2	15,5	2,3	8,2	1,0	42,1	6,8	92	**7,2**	**53,1**
„ enthülst	13,8	13,9	2,7	65,2	2,6	1,8	11,1	1,9	60,0	1,3	100	**10,0**	**74,3**
Durra (Sorgh. vulg.) . . .	11,5	9,0	3,8	70,1	3,6	2,0	7,2	3,0	56,2	1,8	98	**6,7**	**69,7**
Gerste, mittel	14,3	9,4	2,1	67,8	3,9	2,5	6,6	1,9	62,4	1,3	99	**6,1**	**72,0**
„ vollkörnig	14,3	8,7	1,8	70,2	2,7	2,3	6,3	1,6	66,7	1,2	99	**5,9**	**75,8**
„ flachkörnig	14,3	10,2	2,5	63,7	6,5	2,8	7,1	2,2	56,7	1,3	97	**6,5**	**66,4**
„ Futter-	14,3	12,0	2,4	63,7	5,0	2,6	8,8	2,1	56,7	1,1	98	**8,0**	**67,9**
Hafer, mittel	13,3	10,3	4,8	58,2	10,3	3,1	8,0	4,0	44,8	2,6	95	**7,2**	**59,7**
„ vollkörnig	13,3	8,2	4,2	63,2	8,1	3,0	6,2	3,5	50,6	2,1	96	**5,6**	**63,1**
„ flachkörnig	13,3	12,7	5,6	49,9	15,0	3,5	10,2	4,6	37,0	3,7	93	**9,2**	**54,8**
Hirse	12,5	10,6	3,9	61,1	8,1	3,8	8,0	3,1	45,8	2,7	95	**7,4**	**59,7**
Mais, mittel	13,0	9,9	4,4	69,2	2,2	1,3	7,1	3,9	65,7	1,3	100	**6,6**	**81,5**
„ amerikanischer Pferdezahn	13,0	10,0	5,0	68,3	2,2	1,5	7,2	4,5	64,9	0,9	100	**6,7**	**81,6**
Mais, amerik. Flint-Corn .	13,0	10,2	4,8	68,9	1,7	1,4	7,3	4,3	65,5	0,8	100	**6,8**	**81,8**
„ „ Sweet-Corn .	13,0	11,5	7,8	63,0	2,9	1,8	8,5	7,0	59,7	1,0	100	**7,9**	**82,9**
Mohrhirse (Sorgh. vulg.) .	15,2	9,3	3,3	68,0	2,5	1,7	4,6	2,5	57,8	1,7	99	**4,1**	**67,9**
Reis, geschält und poliert . .	12,6	6,7	0,4	78,0	1,5	0,8	5,8	0,2	75,8	0,7	100	**5,5**	**82,0**
Roggen, mittel	13,4	11,5	1,7	69,5	1,9	2,0	9,6	1,1	63,9	1,0	95	**8,7**	**71,3**
„ vollkörnig . . .	13,4	9,2	1,5	72,6	1,6	1,7	7,7	0,9	66,9	0,8	97	**7,0**	**73,7**
„ flachkörnig . . .	13,4	14,5	2,3	62,6	3,7	2,5	12,7	1,5	56,1	1,9	92	**11,3**	**65,8**
Weizen, mittel	13,4	12,1	1,9	69,0	1,9	1,7	10,2	1,2	63,5	0,9	95	**9,0**	**71,3**
„ vollkörnig	13,4	10,8	1,7	70,9	1,6	1,6	8,6	1,0	65,5	0,8	97	**7,7**	**73,1**
„ flachkörnig . . .	13,4	14,2	2,2	63,0	3,7	3,5	12,5	1,4	56,7	1,9	92	**10,9**	**65,8**
„ Sommer-	13,4	13,2	2,0	67,7	1,8	1,9	11,4	1,2	62,2	0,9	95	**9,9**	**70,0**
2. Hülsenfrüchte.													
Ackerbohnen	14,3	25,4	1,5	48,5	7,1	3,2	22,1	1,2	44,1	4,1	97	**19,3**	**66,6**
Erbsen	14,0	22,5	1,6	53,7	5,4	2,8	19,4	1,0	49,9	2,5	98	**16,9**	**68,6**
Linsen	14,0	25,5	1,9	52,2	3,4	3,0	21,9	1,2	48,5	1,8	99	**19,1**	**69,5**
Lupinen, gelbe	14,0	38,3	4,4	25,4	14,1	3,8	34,4	3,8	21,9	12,7	94	**30,6**	**67,3**
„ blaue	14,0	29,5	6,2	36,2	11,2	2,9	26,3	5,2	31,2	10,1	96	**23,3**	**71,0**
„ weiße	14,0	29,4	7,2	34,2	12,2	3,0	26,1	6,1	29,4	11,1	95	**23,2**	**71,7**
„ gelbe, entbittert frisch	32,5	31,7	4,3	14,4	16,0	1,1	29,8	4,1	12,1	14,4	93	**29,4**	**58,2**
„ „ „ lufttrocken	14,0	40,4	5,7	18,4	20,1	1,4	38,0	5,4	15,4	18,3	93	**37,5**	**74,6**
Lupinen blaue, entbittert, frisch	33,0	23,5	4,3	28,6	9,5	1,1	21,4	3,7	23,2	8,5	95	**20,9**	**56,5**
„ „ „ lufttrocken	14,0	30,1	5,5	36,8	12,2	1,4	27,4	4,7	29,8	11,0	95	**26,8**	**72,4**
Sandwicke	16,0	23,1	1,5	49,3	7,1	3,0	20,4	1,2	45,8	4,7	97	**17,9**	**67,6**
Serradella	14,0	21,4	7,7	33,2	20,6	3,1	16,1	6,2	21,9	6,8	89	**13,8**	**48,9**
Sojabohne	10,0	33,2	17,5	30,2	4,4	4,7	29,5	15,8	20,8	1,7	98	**26,2**	**83,9**
Wicke	13,3	26,0	1,7	49,8	6,0	3,2	22,9	1,5	45,8	3,9	98	**20,0**	**69,7**

	Rohnährstoffe						Verdaul. Nährstoffe						
	Wasser	Rohprotein	Rohfett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfaser	Asche	Rohprotein	Rohfett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfaser	Wertigkeit (vollwertig = 100)	Verdauliches Eiweiß	Stärkewert pro Doppelzentner
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%		%	kg
3. Ölfrüchte.													
Baumwollsamen	10,0	21,2	25,8	19,2	19,4	4,4	14,5	22,4	9,6	14,7	94	**13,0**	**84,9**
Bucheckern	11,1	13,3	27,4	25,5	18,5	4,2	10,7	24,1	16,8	7,4	94	**10,1**	**86,5**
Erdnuß	7,0	29,7	42,3	12,2	6,0	2,8	26,7	46,7	10,2	2,4	99	**24,6**	**146,5**
Hanfsamen	8,9	18,2	32,6	21,1	15,0	4,2	13,7	29,3	16,8	9,0	96	**12,8**	**104,1**
Leindottersamen	7,7	23,9	29,9	22,2	8,9	7,4	19,1	26,9	16,7	4,4	97	**17,1**	**99,4**
Leinsamen	7,1	24,2	36,5	22,9	5,5	3,8	19,4	34,7	18,3	1,8	99	**18,1**	**119,2**
Mohnsamen	7,2	19,9	43,1	17,4	5,5	6,9	14,9	40,9	16,0	1,8	99	**13,6**	**127,6**
Palmkerne	8,4	8,4	48,8	26,8	5,8	1,8	8,0	46,5	22,5	3,5	99	**7,8**	**143,7**
Rapssamen	7,3	19,6	45,0	18,0	5,9	4,2	15,9	42,8	14,4	1,5	99	**13,8**	**130,3**
Sesamsaat	5,5	20,5	47,2	15,0	6,3	5,5	18,4	44,8	8,4	1,4	99	**16,8**	**131,8**
Sonnenblumensaat . . .	7,5	14,2	32,3	14,5	28,1	3,4	12,8	30,7	10,3	9,4	92	**11,1**	**96,0**
Olivenkerne, gemahlen . .	12,7	2,2	0,9	28,1	53,7	2,4	0,3	0,6	3,6	4,1	—73	**0,2**	**—6,6**
4. Andere Samen und Früchte.													
Buchweizen	14,1	11,3	2,6	54,8	14,4	2,8	8,5	1,9	42,3	3,5	93	**7,5**	**52,7**
Eicheln, frisch ungeschält . .	50,0	3,3	2,4	36,3	6,8	1,2	2,7	1,9	32,6	4,1	95	**2,2**	**40,4**
Desgl. halbtrocken, ungeschält	35,0	4,3	3,2	47,1	8,9	1,5	3,5	2,5	42,4	5,3	95	**2,7**	**52,4**
„ gedörrt, ungeschält .	15,0	5,7	4,1	61,6	11,6	2,0	4,6	3,3	55,5	7,0	95	**3,8**	**69,0**
„ frisch, geschält . . .	35,0	4,9	3,5	50,1	4,5	2,0	3,9	3,1	46,1	2,8	98	**3,2**	**56,5**
„ gedörrt „ . . .	15,0	6,5	4,6	65,5	5,9	2,5	5,2	4,0	60,3	4,8	98	**4,2**	**75,0**
Johannisbrot	15,0	5,8	1,3	69,0	6,4	2,5	2,0	0,7	59,3	3,9	97	**1,2**	**64,0**
Kürbis.	89,0	0,9	0,2	6,3	1,7	1,9	0,7	0,1	5,7	1,1	100	**0,4**	**7,4**
Roßkastanien, ungeschält, frisch	49,2	4,3	1,5	40,9	2,5	1,6	2,6	1,2	30,3	0,8	99	**1,5**	**34,1**
„ „ trock.	18,8	6,9	2,4	65,3	4,0	2,6	4,1	2,0	48,4	1,2	99	**2,4**	**54,6**
„ geschält, frisch .	51,0	3,9	3,0	39,2	1,6	1,3	2,3	2,5	38,0	0,6	100	**1,3**	**44,2**
„ „ u. getr.	10,5	7,2	5,4	71,8	2,9	2,3	4,3	4,6	66,6	1,4	100	**2,5**	**78,3**
Runkelrübensamen	13,9	11,9	5,3	28,8	33,2	6,9	7,2	3,2	17,8	11,6	76	**4,6**	**30,3**
Zuckerrübensamen	10,0	12,3	5,5	25,0	40,6	6,6	7,4	3,3	15,0	14,0	71	**4,8**	**28,1**
VIII. Gewerbliche Abfälle und Produkte.													
a) Abfälle der Müllerei.													
Buchweizenschalenkleie, gröbste	15,6	8,0	1,8	34,2	37,6	2,8	4,8	1,2	20,9	9,4	70	**4,3**	**25,8**
„ feinere	12,0	15,2	4,5	50,0	11,3	7,0	11,4	3,4	39,0	3,7	94	**9,9**	**55,2**
Buchweizenfuttermehl, gröber.	12,0	31,8	8,4	38,3	4,8	4,7	24,4	6,8	30,6	1,9	98	**20,6**	**64,9**
„ feineres	14,7	8,6	1,9	72,6	0,8	1,4	6,8	1,4	61,7	0,4	100	**5,9**	**70,3**
Dinkelkernenkleie	12,2	15,1	4,3	52,5	10,0	5,9	11,8	3,8	44,1	2,5	95	**10,3**	**60,7**
Erbsenschalen	12,0	7,3	1,2	31,9	44,7	2,9	5,1	0,9	28,6	42,2	83	**4,7**	**64,1**
Erbsenkleie	11,7	16,8	1,7	46,2	20,1	3,5	12,6	1,2	42,5	16,1	92	**11,3**	**65,7**
Erbsenfuttermehl	13,5	23,4	2,0	51,0	7,0	3,1	21,1	1,4	48,4	4,9	97	**18,4**	**71,3**

	Rohnährstoffe						Verdaul. Nährstoffe				Wertigkeit (vollwertig = 100)	Verdauliches Eiweiß	Stärkewert pro Doppelzentner
	Wasser	Rohprotein	Rohfett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfaser	Asche	Rohprotein	Rohfett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfaser			
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%		%	kg
Erdnußkleie	10,5	21,8	18,1	24,7	19,5	5,4	16,3	16,3	16,0	9,7	93	15,3	73,7
Gerstenkleie	10,5	14,8	3,6	57,6	8,5	5,0	12,5	3,1	49,5	1,7	96	11,4	66,0
Gerstenfuttermehl	13,2	12,6	2,9	65,4	3,0	2,9	9,7	2,3	60,2	0,7	99	9,2	73,6
Haferspelzen	14,0	1,9	0,5	45,8	32,4	5,4	—	0,2	16,5	10,7	66	—	18,3
Haferfuttermehl, gröberes	10,0	11,7	4,7	52,4	15,0	6,2	8,8	3,8	38,3	7,5	93	7,6	55,9
〃 feineres	10,0	16,2	6,6	54,5	7,5	5,2	12,6	5,4	42,0	3,7	97	11,0	64,2
Haferkleie	9,6	7,6	2,7	52,8	21,6	5,7	3,8	1,5	37,5	8,0	88	3,4	45,3
Hirseschalen	11,6	3,9	1,2	27,9	45,9	9,5	0,8	—	3,0	1,9	−116	0,4	−6,6
Hirsepoliermehl, schalenfrei	9,4	16,5	15,3	43,5	8,5	6,8	13,2	14,5	34,8	2,3	97	11,2	80,1
〃 schalenhaltig	10,0	9,1	8,7	28,2	32,7	11,3	6,4	7,8	12,0	2,4	77	5,5	31,0
Homco	9,5	9,8	8,4	63,3	6,2	2,8	4,9	7,2	51,9	3,2	95	4,0	72,4
Reisfuttermehl	12,6	12,0	12,0	45,2	8,0	10,2	6,8	10,2	36,2	2,0	100	6,0	68,4
Roggenfuttermehl	12,6	14,5	2,8	63,5	3,6	3,0	11,0	2,0	61,6	2,4	100	9,9	77,5
Roggenkleie	12,5	16,7	3,1	58,0	5,2	4,5	12,5	2,4	42,9	1,7	79	10,8	46,9
〃 wenig ausgemahlen	12,6	16,9	3,1	58,6	5,1	3,7	12,4	2,4	44,8	1,7	81	10,7	50,0
Roggenspitzkleie	13,0	16,2	4,5	49,3	10,6	6,4	13,6	3,4	25,1	8,0	76	11,6	39,0
Weizenfuttermehl	12,6	14,3	3,2	62,9	4,3	2,7	12,3	2,9	52,2	4,3	100	11,0	73,0
Weizenkleie, feine	13,2	15,5	4,8	54,0	8,0	4,5	12,9	3,7	40,5	2,1	79	11,1	48,1
〃 grobe	13,2	14,3	4,2	52,2	10,2	5,9	11,3	3,0	37,1	2,6	77	9,1	42,6
b) Abfälle der Stärkefabrikation.													
Kartoffelpülpe, frisch	86,0	0,6	—	11,5	1,5	0,4	—	—	9,5	0,4	95	—	9,4
〃 getrocknet	14,0	3,4	0,1	68,2	8,8	5,5	—	—	56,6	2,1	95	—	55,8
Kleber, getrocknet	10,0	76,2	5,1	6,2	0,4	2,1	72,4	4,3	4,3	0,1	100	71,7	80,9
Maistreber, frisch	75,2	3,6	1,6	16,6	2,8	0,2	2,9	1,4	15,1	1,4	92	2,2	19,5
〃 getrocknet	12,8	14,0	5,7	61,3	4,3	1,9	11,9	5,1	55,8	2,3	90	10,7	71,1
Maizena	9,0	26,5	2,9	51,1	7,1	3,4	23,0	1,7	41,9	3,8	90	21,4	62,5
Reispreßschlamm, frisch	55,3	13,6	1,1	28,7	0,6	0,7	11,2	0,6	26,1	0,4	92	8,5	32,8
〃 trocken	14,0	26,2	2,1	55,2	1,1	1,4	21,5	1,0	50,3	0,7	90	16,3	61,4
Weizenschalen	74,5	4,0	1,8	15,2	3,8	0,7	3,0	1,4	12,6	1,9	77	2,4	15,0
Weizentreber, frisch	84,6	2,0	0,9	10,5	1,6	0,4	1,6	0,5	9,0	0,8	90	1,2	10,7
〃 trocken	12,9	8,7	1,7	74,6	0,8	1,3	6,7	0,9	65,7	0,5	88	5,6	64,4
c) Abfälle der Zuckerfabrikation.													
Zuckerrübenschnitzel, frisch	93,0	0,6	—	4,7	1,4	0,3	0,3	—	4,0	1,0	94	0,3	5,0
〃 gepreßt	85,0	1,3	0,1	9,9	3,0	0,7	0,7	—	8,5	2,2	94	0,6	10,6
〃 gesäuert	88,4	1,0	0,2	7,2	2,3	0,9	0,5	0,1	5,4	1,2	90	0,3	6,5
〃 getrocknet	11,2	8,1	0,6	58,5	17,6	4,0	4,1	—	50,4	12,7	78	3,6	51,9
Melasse,[1]) gewöhnliche	21,9	(10,5)	—	60,4	—	7,2	5,4	—	54,9	—	87	—	48,0
Melasseschnitzel	10,0	8,7	0,3	60,8	13,8	6,4	4,6	—	52,0	8,2	81	2,7	50,5
Zuckerschnitzel	8,6	7,1	0,4	67,9	11,8	4,2	4,3	—	63,8	9,0	77	3,5	58,9

[1]) Das Rohprotein der Melasse besteht fast ausschließlich aus stickstoffhaltigen Stoffen nichteiweißartiger Natur.

	Rohnährstoffe						Verdaul. Nährstoffe						
	Wasser	Rohprotein	Rohfett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfaser	Asche	Rohprotein	Rohfett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfaser	Wertigkeit (vollwertig = 100)	Verdauliches Eiweiß	Stärkewert pro Doppelzentner
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%		%	kg
d) Abfälle der Gärungsgewerbe.													
Biertreber aus Gerstenmalz, frisch	76,3	5,1	1,7	10,6	5,1	1,2	3,7	1,5	6,6	2,0	86	**3,5**	**12,7**
„ „ „ getrocknet	9,0	21,2	7,5	41,7	16,0	4,6	15,1	6,6	25,0	7,7	84	**14,1**	**50,3**
„ „ Gerste, Mais usw. getrocknet	9,0	25,5	7,0	42,8	12,8	2,9	19,3	7,0	25,7	5,1	87	**18,1**	**54,5**
Brennereitreber, getrocknet	7,2	19,5	7,2	48,3	14,6	3,2	13,8	6,3	29,9	7,0	84	**12,9**	**51,3**
Getreideschlempe „	7,5	23,5	7,5	41,5	13,4	6,6	15,0	7,0	33,2	6,7	84	**12,2**	**54,4**
Hopfen, ausgelaugt	10,9	15,3	6,8	39,6	21,0	6,4	4,7	4,4	19,0	3,6	83	**3,0**	**28,7**
Getrocknete Hefe	11,8	52,5	3,5	23,9	0,5	7,8	47,7	2,2	23,9	—	100	**42,2**	**68,2**
Kartoffelschlempe, frisch	94,3	1,2	0,1	3,1	0,6	0,7	0,6	—	2,2	0,1	93	**0,5**	**2,6**
„ getrocknet	10,0	24,3	3,7	40,8	9,5	11,7	12,2	1,8	20,4	2,0	90	**9,4**	**31,2**
Maisschlempe, frisch	91,3	2,0	0,9	4,5	0,8	0,5	1,3	0,8	3,2	0,4	90	**1,1**	**5,5**
„ getrocknet, helle	8,6	28,5	10,4	40,1	10,2	2,2	18,2	9,7	28,1	6,8	88	**14,9**	**61,2**
„ „ dunkle	8,0	27,0	10,0	39,1	8,6	7,3	16,2	9,3	25,4	5,1	86	**13,1**	**53,8**
Malz, grün	48,0	6,5	1,2	38,1	4,8	1,4	5,2	1,1	33,1	2,4	96	**3,9**	**39,9**
„ trocken	7,5	9,5	2,5	69,1	9,0	2,4	7,6	1,9	60,1	4,5	96	**5,7**	**71,0**
Malzkeime	12,0	23,1	1,5	43,6	12,3	7,5	18,5	1,1	31,8	6,8	75	**11,4**	**38,7**
Melasseschlempe	92,2	1,9	—	4,0	—	1,9	1,0	—	3,6	—	95	**0,3**	**3,7**
Roggenschlempe, frisch	92,2	1,7	0,4	4,6	0,7	0,4	1,1	0,3	3,7	0,4	87	**0,9**	**4,8**
„ getrocknet	10,0	16,5	8,2	47,8	16,2	1,3	9,7	5,1	23,4	8,1	82	**7,8**	**40,7**
Trester, Apfel-, frisch	80,0	0,9	0,7	13,2	4,5	0,7	0,4	0,3	9,2	0,3	92	**0,3**	**9,5**
„ „ getrocknet	10,0	4,0	3,2	59,1	20,5	3,2	1,6	1,6	41,4	1,3	78	**1,2**	**36,6**
Weintrester, m. Kämmen, frisch	70,0	3,4	2,4	11,9	9,4	2,9	0,5	1,3	4,3	0,8	32	**0,3**	**2,5**
„ getrocknet	10,0	10,5	7,3	36,1	28,2	7,9	1,6	4,0	13,0	2,1	32	**1,1**	**7,5**
c) Ölkuchen.													
Baumwollsaatkuchen und Mehl aus ungeschälten Samen	10,5	24,5	6,5	26,3	25,0	7,2	18,1	6,1	13,4	4,0	84	**17,1**	**39,2**
Desgl. entschält	8,0	46,2	8,9	22,9	7,0	7,0	39,7	8,4	15,3	2,0	97	**38,0**	**71,2**
Bucheckernkuchen aus ungeschälten Samen	15,1	18,7	8,5	31,5	21,5	4,7	13,9	7,7	16,0	3,4	88	**13,4**	**44,4**
Desgl. aus geschälten Samen	10,5	36,3	9,5	29,0	7,7	7,0	32,0	8,6	22,0	1,9	97	**31,0**	**71,6**
Erdnußkuchenmehl	9,8	44,5	9,2	23,8	5,2	7,5	40,0	8,3	20,0	0,8	98	**38,7**	**75,7**
„ Rufisque	9,0	50,8	7,0	24,3	4,4	4,5	46,7	6,3	20,6	0,5	98	**45,2**	**77,5**
Hanfkuchen	12,0	31,8	10,0	18,0	20,2	8,0	23,9	9,0	10,3	1,6	89	**22,6**	**49,0**
Hanfsamenmehl, entfettet	10,5	36,8	3,3	20,1	21,0	8,3	27,6	2,6	10,7	1,7	86	**25,5**	**35,8**
Kakaokuchen	10,0	18,8	11,2	36,4	15,5	8,1	0,8	9,4	17,5	3,3	90	—	**39,0**
Kandlenußkuchen	9,0	45,1	11,7	21,2	4,1	8,9	39,7	11,1	19,0	1,6	99	**38,2**	**82,1**
Kapokkuchen	13,3	26,3	5,8	19,9	28,2	6,5	19,5	5,2	10,0	5,6	82	**18,8**	**37,7**
Kokoskuchen	10,5	21,4	8,5	38,7	14,7	6,2	16,7	8,2	32,1	9,3	100	**16,3**	**76,5**
Kürbiskernkuchen	9,8	36,1	22,7	11,5	14,1	5,8	30,0	22,0	6,8	8,9	96	**28,4**	**91,3**
Leindotterkuchen	10,5	33,0	9,7	29,1	11,2	6,5	26,4	9,2	23,3	4,5	96	**25,5**	**70,7**
Leinkuchen	11,0	33,5	8,6	31,7	8,7	6,5	28,8	7,9	25,4	4,3	97	**27,2**	**71,8**
Leinmehl, entfettet	10,2	37,4	3,8	32,7	9,1	6,8	32,2	3,4	26,2	4,5	96	**31,4**	**64,8**

	Rohnährstoffe						Verdaul. Nährstoffe				Wertigkeit (vollwertig = 100)	Verdauliches Eiweiß	Stärkewert pro Doppelzentner
	Wasser	Rohprotein	Rohfett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfaser	Asche	Rohprotein	Rohfett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfaser			
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%		%	kg
adiakuchen	10,8	31,8	9,0	21,7	19,2	7,5	22,3	8,5	13,0	3,8	90	**20,5**	**51,0**
aiskeimkuchen	11,0	21,0	9,0	43,8	9,1	6,1	16,4	8,2	36,8	6,8	97	**14,2**	**72,1**
andelkuchen	10,5	40,8	16,5	18,9	9,2	4,1	36,7	15,7	15,1	3,1	97	**34,3**	**85,6**
ohnkuchen	11,5	35,7	12,2	18,4	11,2	11,0	28,2	11,2	11,8	5,6	95	**26,6**	**66,2**
gerkuchen	10,8	33,1	6,5	22,2	18,6	8,8	28,8	5,7	17,3	9,7	91	**28,1**	**61,7**
ivenkuchen	10,0	9,1	11,6	32,8	30,3	6,2	0,6	7,6	9,0	8,6	76	—	**27,2**
ılmkernkuchen	9,7	17,7	8,6	36,2	23,8	4,0	13,5	7,7	30,0	9,3	100	**13,1**	**70,2**
ılmkernschrot, entfettet . .	10,9	18,7	1,6	39,1	25,4	4,3	13,8	1,5	36,4	14,0	100	**13,3**	**66,0**
ıpskuchen	10,0	33,1	10,2	27,9	11,1	7,7	27,4	8,1	22,3	0,9	95	**23,0**	**61,1**
ıpsmehl, entfettet	10,0	34,8	5,1	30,4	11,7	8,0	28,9	4,0	24,3	0,9	94	**24,4**	**53,3**
ückstände v. Ajowan . . .	7,0	15,1	29,3	25,8	10,6	12,2	7,6	27,7	12,9	3,3	97	**6,4**	**85,8**
„ „ Anis	7,4	18,1	19,9	27,3	16,5	10,8	9,8	18,7	18,6	0,2	96	**8,9**	**69,2**
„ „ Fenchel . . .	9,5	17,5	13,9	28,7	21,2	9,2	6,7	12,9	19,2	10,0	90	**6,2**	**55,3**
„ „ Koriander . .	10,0	12,3	19,0	24,6	28,7	5,4	6,8	16,7	2,0	16,2	87	**6,1**	**55,9**
„ „ Kümmel . . .	10,0	20,7	17,5	25,8	18,2	7,8	12,4	17,0	19,6	15,5	94	**11,3**	**81,5**
„ „ Selleriesamen .	7,0	17,2	29,1	23,2	13,6	9,9	6,9	27,9	8,4	5,2	95	**6,0**	**82,5**
„ „ Wacholderbeeren	9,8	4,5	17,5	35,3	29,8	3,1	2,7	16,3	24,7	7,5	88	**2,2**	**65,0**
esamkuchen	9,5	39,8	12,6	20,6	6,8	10,7	36,6	11,8	14,6	5,0	97	**35,5**	**79,0**
ojabohnenkuchenmehl . . .	11,2	43,5	5,0	27,2	7,0	6,1	39,2	4,4	25,6	5,5	96	**38,4**	**74,7**
esgl. entfettet	11,5	45,2	2,0	27,5	7,3	6,5	41,6	1,4	27,5	7,2	96	**40,7**	**73,3**
onnenblumensaatkuchen . .	9,2	36,4	11,0	22,9	14,0	6,5	33,5	9,9	16,0	3,6	95	**30,5**	**68,5**
alnußkuchen	13,4	35,0	12,2	27,6	6,7	5,1	31,5	11,6	23,5	1,7	98	**29,0**	**78,5**
X. Tierische Produkte und Abfälle.													
lutmehl	9,0	83,9	2,5	—	–	4,2	72,2	2,5	—	—	100	**71,7**	**72,2**
ettgrieben	9,5	58,6	25,5	—	—	6,4	55,7	23,5	—	—	100	**21,0**	**106,1**
ischfuttermehl, fettarm . .	12,8	52,5	2,1	—	—	32,6	47,3	1,6	—	—	100	**43,6**	**44,0**
„ fettreich . . .	10,8	48,4	11,6	—	—	29,2	43,6	11,0	—	—	100	**40,1**	**64,2**
eringsmehl	10,8	49,3	13,2	—	—	23,1	43,4	12,8	—	—	100	**40,0**	**68,4**
leischfuttermehl	10,8	72,3	13,2	—	—	3,8	67,2	12,5	--	—	100	**63,6**	**89,9**
adavermehl	7,0	50,3	17,0	1,0	2,7	22,0	39,7	15,8	--	—	100	**24,6**	**69,8**
uhmilch	87,7	3,5	3,4	4,6	—	0,8	3,3	3,4	4,6	—	100	**3,3**	**14,7**
„ abgerahmt	89,8	4,0	0,8	4,6	—	0,8	3,8	0,8	4,6	--	100	**3,8**	**9,0**
„ zentrifugiert . . .	90,3	4,0	0,2	4,7	—	0,8	3,8	0,2	4,7	—	100	**3,8**	**7,6**
„ Buttermilch . . .	90,1	4,0	1,1	4,0	—	0,7	3,8	1,1	4,0	--	100	**3,8**	**9,2**
					Chitin								
Maikäfer, frisch	68,9	20,9	3,8	—	4,8	1,6	14,4	3,1	—	—	100	**12,4**	**19,1**
„ getrocknet	14,4	57,6	10,5	—	13,1	4,5	39,7	8,7	—	—	100	**34,0**	**52,9**
Molken, süße	92,7	1,0	0,8	4,9	—	0,6	0,9	0,8	4,9	—	100	**0,9**	**6,4**
„ sauer	93,1	1,0	0,2	4,9	—	0,8	0,9	0,2	4,9	—	100	**0,9**	**5,0**
Walfleischmehl, knochenarm .	7,3	62,3	25,1	—	—	4,8	46,7	23,8	—	—	100	**37,7**	**92,8**
„ knochenreich .	5,6	51,1	21,9	—	—	19,2	38,3	20,8	–	—	100	**30,9**	**79,1**

	Rohnährstoffe						Verdaul. Nährstoffe				Wertigkeit (vollwertig = 100)	Verdauliches Eiweiß	Stärkewert pro Doppelzentner
	Wasser %	Rohprotein %	Rohfett %	Stickstofffreie Extraktstoffe %	Rohfaser %	Asche %	Rohprotein %	Rohfett %	Stickstofffreie Extraktstoffe %	Rohfaser %		%	kg
X. Kriegsersatzfuttermittel.													
Oexmannsches Strohkraftfutter	10,5	3,0	0,2	27,6	54,2	4,5	—	—	22,1	48,8	95	—	**67,0**
Mit Natronlauge aufgeschlossenes Stroh:													
System Lehmann[1]) . .	67,0	0,3	0,7	7,1	23,8	1,1	—	—	5,7	21,4	95	—	**24,5**
„ Colsman[1]) . .	70,0	0,5	0,2	9,1	17,8	2,4	—	—	3,3	13,1	78	—	**12,7**
„ Dahlem[1]) . . .	70,0	0,4	0,4	10,2	18,1	0,9	—	—	7,1	15,4	90	—	**20,1**
„ Beckmann[2]) . .	80,0	0,4	0,3	7,6	11,1	0,6	—	—	4,6	9,0	90	—	**12,2**
Heidekrautmehl (bestehend aus Blüten, Blättern und feinen Stengeln)	10,0	6,7	8,8	47,6	20,9	6,0	0,8	2,1	29,5	0,1	41	**0,5**	**14,4**
Küchenabfälle	10,0	14,3	0,9	42,1	6,8	25,9	4,7	0,7	32,7	1,0	95	**3,4**	**36,3**
Schilfrohrmehl (aus jungen Pflanzen)	6,8	18,4	2,8	30,8	29,1	12,4	12,9	1,8	21,4	18,9	65	**7,0**	**33,0**
Desgl. aus alten Pflanzen .	6,9	3,6	0,9	41,5	41,9	5,2	1,1	0,3	10,4	16,8	30	**0,7**	**8,6**
Eiweißsparfutter	12,0	80,0	1,2	—	—	8,0	72,0	1,0	—	—	100	—	**70,0**
Leimkraftfutter	7,1	56,1	4,0	—	—	36,6	50,5	3,6	—	—	100	—	**54,5**
Knochenkraftfutter	7,0	75,5	1,0	—	—	20,0	68,0	0,9	—	—	100	—	**65,0**

[1]) abgepreßt.
[2]) unabgepreßt.

Tabelle II. Die Verdaulichkeit der Futterstoffe (Verdauungs-Koeffizienten) nach den Ergebnissen der an Tieren angestellten Versuche.

(Nachdruck, auch auszugsweise, verboten.)

	Anzahl der Sorten	Anzahl der Einzelversuche	Organische Substanz %	Roh-protein %	Rohfett %	Stickstoff-freie Ex-traktstoffe %	Rohfaser %
A. Versuche mit Wiederkäuern.							
I. Grünfutter und Heu.							
a) Grünfutter und Gärfutter.							
Weidegras von Wiesen (April bis Mitte Mai)	2	4	77	75	66	79	73
			75—79	71—79	63—68	75—84	70—75
Wiesengras im Juni	1	2	71	70	62	75	66
„ Anfang Oktober	1	4	60	56	46	61	62
Dieselbe Sorte, Preßfutter.	1	5	54	27[1])	61	52	71
Gemengfutter (Rotklee, Wundklee und Gras) als Weidegras häufig gerupft	1	2	75	78	64	78	67
Dasselbe, dreimal gemäht, als Heu. .	1	2	63	61	63	71	49
Grünmais, frühreif, sehr stickstoffreich .	1	1	70	73	75	67	72
Amerikanischer Pferdezahn, grün. . .	8	16	71	65	72	73	67
			68—73	56—78	40—83	66—78	59—75
„ „ reif . . .	6	12	69	52	77	75	52
			66—72	44—59	69—86	71—78	33—65
„ „ grün, eingesäuert	13	25	67	51	80	67	71
			57—78	22—67	65—90	55—77	56—83
Grün-Sorgho	1	1	73	62	85	78	60
Futterroggen, jung	1	2	74	79	74	71	80
Hafer, Beginn der Blüte	1	2	65	75	70	63	60
„ Körner bis milchreif	1	2	62	72	70	63	55
„ Körner halb bis voll ausgebildet	1	1	57	68	67	61	44
Gerste, volle Blüte	1	2	67	70	62	73	56
„ Ähren halb bis voll ausgebildet	1	2	68	73	58	70	65
Rotklee, vor der Blüte	1	2	74	74	65	83	60
„ Anfang der Blüte.	1	2	68	76	67	75	53
„ in der Blüte	1	2	63	69	61	72	50
„ Ende der Blüte	1	2	58	59	45	71	39
Luzerne, in der Blüte, grün	3	6	64	81	45	72	41
			57—68	78—83	37—54	65—77	32—47
„ sorgfältig getrocknet	3	6	62	80	41	69	41
			57—62	70—83	30—51	65—71	34—46
Esparsette, in beginnender Blüte, grün	1	2	66	73	67	78	42
„ sorgfältig getrocknet . . .	1	2	62	70	66	74	36
„ als Braunheu	1	2	59	64	76	67	45
„ als Sauerheu	1	2	45	50	74	53	29
Inkarnat-Klee, Blütezeit	1	3	69	77	66	75	56
Futterwicke	1	2	66	71	59	76	44
Sandwicke	3	13	73	83	72	76	61
			70—78	81—86	67—79	72—80	53—68

[1]) Von dem Rohprotein des Preßfutters wurden nur nicht-eiweißartige Stoffe verdaut.

	Anzahl der Sorten	Anzahl der Einzelversuche	Organische Substanz %	Roh-protein %	Rohfett %	Stickstoff-freie Extraktstoffe %	Rohfaser %
Sojabohne	4	8	65	75	54	73	47
			62—67	69—79	50—58	70—76	41—50
Runkelrübenblätter, eingesäuerte	1	2	57	65	60	54	54
Zuckerrübenblätter und Köpfe	2	4	77	74	55	80	70
Kartoffelkraut, Anfang Oktober	1	2	48	42	24	60	36
b) Heuarten.							
Wiesenheu, proteinreich	18	48	67	65	57	68	63
			61—79	60—73	45—68	58—76	53—80
„ mittlerer Güte	38	104	61	57	51	64	59
			50—67	47—67	—	53—73	50—71
„ proteinarm	12	34	56	50	49	59	55
			46—59	35—61	—	49—65	46—64
Wiesengrummet	7	32	63	60	46	67	62
			56—71	47—68	27—55	62—74	51—68
Moorwiesenheu, proteinreich	1	2	63	67	37	61	65
Heu von Rieselfeldern	5	10	60	66	36	55	64
			55—66	59—73	17—49	52—59	55—69
Timotheeheu (Phleum pratense), vor und in der Blüte	3	5	62	57	58	64	59
			57—67	51—60	52—61	57—72	57—62
Desgl., nach der Blüte	4	7	55	45	52	60	47
			51—59	41—50	35—60	58—64	41—53
Knaulgras (Dactylis glomerata)	2	3	58	60	54	55	60
			56—60	59—61	51—56	54—56	58—63
Straußgras (Agrostis vulgaris)	2	3	61	61	50	62	61
			59—63	60—62	44—57	59—65	—
Quecke	2	3	62	59	57	66	63
			61—64	53—64	54—60	62—69	58—68
Hirseheu	2	4	60	63	53	59	62
			57—63	62—64	46—60	52—66	62—63
Rotkleeheu, proteinreich	8	19	62	65	63	70	49
			58—67	56—71	44—74	63—76	38—54
„ mittlerer Güte	14	29	56	56	49	62	49
			52—67	48—66	33—63	54—69	38—62
Rotklee, auf Reiten getr.	1	2	55	60	51	63	43
Dieselbe Sorte als Braunheu	1	2	47	32	43	56	46
Inkarnatklee	4	11	59	69	43	65	47
			55—63	68—69	35—49	60—70	44—51
Bastard-Klee, volle Blüte	2	3	63	66	50	71	54
			62—64	64—68	35—65	67—74	51—56
Weißklee, in voller Blüte	1	1	67	73	51	70	51
Luzerneheu, bestes, in beginnender Blüte	10	30	61	76	46	68	42
			54—67	70—83	26—58	53—72	34—49
„ mittl. Güte, in voller Blüte	4	10	56	68	53	62	45
			55—59	66—73	49—56	61—65	39—48
Luzerne, grün	1	4	58	78	44	67	34
„ als Dürrheu	1	2	55	73	32	65	37
„ als Braunheu	1	2	54	72	43	54	45
Luzerne, sorgfältig getrocknet	1	2	61	72	66		48
„ beregnet	1	2	57	67	62		45

	Anzahl der Sorten	Anzahl der Einzelversuche	Organische Substanz %	Roh-protein %	Rohfett %	Stickstoff-freie Extraktstoffe %	Rohfaser %
Luzerne, als Heu	1	4	60	75	53	64	42
„ dieselbe gesäuert	1	4	49	48	45	53	38
Esparsette, grün, in beginnender Blüte	1	2	66	73	67	78	42
„ sorgfältig getrocknet . . .	1	2	62	70	66	74	36
„ als Braunheu	1	2	59	64	76	67	45
„ als Sauerheu	1	2	45	50	74	53	29
Serradellaheu, in der Blüte	1	1	62	75	65	63	50
„ mit Samenansatz . .	1	1	47	63	66	48	37
Zuckerrübenblätter und Köpfe, frisch .	1	2	83	74	22	89	75
„ (dieselben) eingesäuert	1	2	60	46	0	73	52
Wickenheu, vor der Blüte	1	6	65	76	60	66	54
Sandwickenheu	1	6	72	82	70	73	61
Sojabohnenheu	2	4	60	69	30	66	53
			58—63	63—76	14—48	59—71	45—58
Lupinenheu mit Hülsenansatz	1	2	—	74	30	62	72
Beinwell (Symph. asp.) als Heu . .	1	2	69	58	71	85	18
Buchenblätter	1	2	32	6	33	42	26
Buchenreiser im Winter	3	6	23	6	14	33	13
			12—36	0—16	0—32	16—47	7—24
Pappellaub, Anfang Oktober	1	2	58	56	79	65	35
Pappelreiser mit Blättern im Juli . .	1	2	43	39	39	51	27
Akazienreisig	1	2	37	56	23	47	21
Ulmenblätter	1	1	70	73	23	82	57
Kiefernadeln, extrahiert	1	2	31	1	24	25	43
„ nicht extrahiert	1	2	36	52	48	29	36
Rebholz, einjährig	2	4	30	15	88	42	19
			27—34	14—16	84—92	39—44	13—24
Zuckerrübenblätter und Köpfe, getrocknet	3	6	76	48	23	84	71
			68—83	37—61	7—49	78—87	61—78
II. Stroh, Spreu, Hülsen, Spelzen usw.							
Weizenstroh	5	10	42	4	31	37	50
			34—48	0—26	17—44	29—40	42—59
Roggenstroh	3	9	46	23	36	39	55
			40—51	21—29	21—41	29—52	47—73
Haferstroh	7	11	48	33	36	46	54
			41—51	12—50	14—51	33—55	42—66
Gerstenstroh	3	7	52	25	39	53	54
			49—56	17—27	35—43	38—57	53—58
Reisstroh	2	4	47	45	47	32	57
			43—53	41—47	37—52	27—38	55—61
Maisstroh[1])	1	4	55	36	58	59	54
„ dasselbe, gesäuert	1	6	55	33	68	56	58
Ackerbohnenstroh	3	5	55	49	57	68	43
			51—63	45—54	49—60	64—73	36—53

[1]) Sowohl von dem trockenen wie eingesäuerten Stroh waren bedeutende Reste unverzehrt geblieben.

	Anzahl der Sorten	Anzahl der Einzelversuche	Organische Substanz %	Roh-protein %	Rohfett %	Stickstoff-freie Extraktstoffe %	Rohfaser %
Erbsenstroh, sehr gut, mit anhängenden unreifen Schoten .	1	2	59	60	46	64	52
Lupinenstroh	1	2	55	38	30	65	51
Sojabohnenstroh	2	4	55	50	60	66	38
			51—59	37—62	58—64	62—71	32—43
Sojabohnenschalen	1	2	63	44	57	73	51
Erbsenschoten, grün, entkernt und getrocknet	1	2	71	43	15	78	64
Waldplatterbsenstroh	1	2	45	67	49	52	30
Weizenspreu	2	3	36	26	43	33	39
			26—39	6—46	34—52	29—37	37—40
Haferspreu	1	2	42	38	48	49	45
Haferspelzen	1	1	34	—	38	36	33
Hirseschalen	1	3	9	20	—	11	4
Reisspelzen	1	2	16	10	67	35	1
Erdnußhülsen	1	2	16	36	96	39	3
Baumwollsaatschalen	3	6	43	17	72	53	35
			38—49	0—41	43—97	40—60	18—48
Ausgebrauter Hopfen	2	4	37	31	64	48	17
			29—41	24—39	49—77	43—53	10—26
Kakaoschalen :	1	2	36	5	84	48	21
Kaffeeschalen	1	2	12	6	8	13	12
III. Wurzelgewächse.							
Kartoffel	7	30	83	51	—	90	—
			72—96	23—88		82—99	
„ getrocknet	11	22	86	33	—	94	15
			82—90	14—54		92—96	0—49
Preßkartoffeln, getrocknet . . .	1	2	87	—	—	96	8
Runkelrüben	5	22	87	70	—	95	37
			80—96	44—89		91—100	0—43
Zuckerrüben	3	30	92	72	—	97	34
			81—100	34—100		90—100	0—100
Turnipsrüben	2	10	87	73	—	92	51
			78—96	57—90		88—97	0—100
Steckrüben	1	2	97	62	(93)	99	(100)
Kohlrüben	1	2	91	80	84	95	74
IV. Körnerarten.							
Hafer	13	45	70	76	80	76	(28)
			56—82	67—94	63—100	65—94	2—47
Gerste	2	4	86	70	89	92	—
			81—91	63—77	78—100	87—96	
Roggen	1	2	89	84	64	92	—
Mais	9	23	90	72	89	95	(58)
			83—94	58—84	81—99	87—100	46—100
Buchweizen	1	2	71	75	100	76	(24)
Mohrhirse (Sorgh. vulg.) . . .	1	2	78	49	77	85	68
Dari (Sorgh tart.)	1	2	86	65	70	91	(51)

	Anzahl der Sorten	Anzahl der Einzelversuche	Organische Substanz %	Roh-protein %	Rohfett %	Stickstoff-freie Extraktstoffe %	Rohfaser %
Ackerbohnen	9	30	88	87	83	91	(58)
			76—100	77—100	56—100	82—100	0—99
Erbsen	2	4	89	86	65	93	(46)
			88—89	83—90	55—75	93—94	26—66
Lupinen	6	12	89	90	82	83	(91)
			81—99	85—96	71—96	75—100	77—100
„ entbittert	2	4	93	91	86	81	(95)
			88—97	88—94	78—94	78—84	94—97
Wicken	1	2	92	88	92	100	—
Sojabohnen	2	4	85	89	90	69	(36)
			84—85	87—91	86—94	62—76	0—71
Leinsamen	2	7	77	91	86	55	(60)
			64—91	81—100	78—90	39—81	1—100
Baumwollsamen, roh	1	2	66	68	87	50	(76)
„ geröstet . . .	1	2	57	47	72	51	(66)
Roßkastanien	1	1	—	60	85	93	—
Eicheln	1	2	88	83	88	91	(62)
Johannisbrot	2	4	81	34	56	86	61
			67—94	0—68	53—60	77—95	44—78
Olivenkerne, gemahlen	1	2	11	12	69	19	8
V. Gewerbl. Produkte u. Abfälle.							
Weizenschalenkleie	19	71	69	79	71	71	(26)
			61—85	51—100	51—100	40—88	0—58
Weizenkleie, wenig ausgemahlen	1	2	79	79	79	79	(72)
Dieselbe Sorte, mehr „	1	2	73	80	83	74	(52)
„ „ vollständig ausgemahlen	1	2	66	73	82	69	(32)
Weizenkleie, trocken verfüttert .	1	2	76	88	79	80	(20)
Dieselbe Sorte, gesäuert . . .	1	2	67	79	83	71	(13)
„ „ gekocht . . .	1	2	64	70	87	74	(10)
Weizenkleie, trocken verfüttert .	2	5	74	74	74	80	(34)
Dieselbe Sorte, gebrüht . . .	2	5	69	71	74	78	(9)
„ „ als Tränke . .	2	5	69	67	83	78	(13)
Weizengrieskleie	3	8	79	80	86	81	(33)
			70—88	76—85	85—90	74—88	30—36
Weizenbollmehl	1	2	90	86	92	83	(100)
Rückstände von Weizenstärke . .	1	1	91	88	46	92	(100)
Dinkelkleie.	1	1	76	78	89	82	(25)
Roggenkleie	8	12	70	75	77	74	(33)
			62—76	67—80	66—84	69—79	0—100
Roggenspitzkleie	2	4	68	84	75	51	(76)
			66—70	83—85	72—78	44—59	58—94
Roggenfuttermehl	2	4	93	76	71	97	—
			92—93	75—77	42—100	97	—
Roggenbollmehl	1	2	85	82	69	91	(47)
Gerstenkleie	1	2	77	85	87	86	20
Gerstenfuttermehl	1	2	90	72	38	99	—
Reisfuttermehl	5	14	69	57	85	80	(15)
			55—78	48—65	82—87	67—92	0—51

	Anzahl der Sorten	Anzahl der Einzelversuche	Organische Substanz %	Roh-protein %	Rohfett %	Stickstoff-freie Ex-traktstoffe %	Rohfaser %
Erbsenschalen	2	4	89	71	73	90	94
Maisstärke- u. Maisglukose-Abfälle[1]) schalenreich (Gluten feed)	5	11	87	86	84	89	(78)
			79—92	83—89	79—94	91—96	43—100
Desgl. schalenarm (Gluten-meal)	4	8	90	88	94	90	—
			88—93	84—92	88—98	84—57	0—22
Homco	1	4	74	49	87	81	36
Maizena	2	4	85	87	59	82	54
			79—91	84—89	41—76	81—83	37—70
Malzkeime	6	12	72	80	71	73	55
			64—84	73—82	35—100	58—95	33—95
Biertreber, frisch	4	12	63	73	86	62	40
			60—67	71—74	84—89	56—74	33—45
„ getrocknet	7	19	64	71	88	60	48
			54—72	63—78	81—93	51—67	19—77
Getrocknete Schlempe	5	10	71	64	94	80	(61)
			60—81	49—80	92—94	54—85	41—92
Maisschlempe, helle, amerikan.	2	3	69	64	93	70	67
			66—72	61—67	91—95	70—71	64—70
Roggenschlempe	2	4	57	59	62	49	50
			45—68	52—65	60—64	44—54	37—62
Weintrester	—	—	31	14	55	36	27
			29—33	13—15	44—66	31—40	23—31
Rapskuchen	2	7	66	81	79	76	(8)
			48—79	65—92	60—94	66—85	0—34
Rapsmehl, entfettet.	1	1	68	84	—	85	—
Leinkuchen	4	14	79	86	92	78	(32)
			74—88	80—90	86—97	60—96	0—92
Leinmehl, entfettet	3	11	78	84	95	82	(54)
			79—84	83—87	91—100	73—87	0—99
Baumwollsaatmehl, entschält . .	7	14	76	86	94	67	(28)
			69—87	84—96	93—100	44—71	0—100
Baumwollsaatkuchen bezw. Mehl, schalenreich	12	28	62	73	91	61	37
			50—71	62—78	81—100	46—71	15—61
Erdnußkuchen und Mehl . . .	4	7	83	90	90	84	(9)
			84—86	86—93	86—97	69—98	0—32
Palmkernkuchen	4	7	73	76	89	83	39
			76—77	72—77	79—100	77—92	25—54
Palmkernmehl, entfettet . . .	2	4	80	74	100	93	55
			75—84	71—78	—	91—94	46—64
Kokoskuchen bezw. Mehl . . .	3	5	80	78	97	83	63
			75—85	75—84	96—100	80—86	54—73
Kürbiskernkuchen, entschält . .	2	3	81	83	97	59	63
			74—89	81—85	95—100	43—75	26—100

[1]) Die mittlere prozentische Zusammensetzung der untersuchten Proben war:

	Wasser	Rohprotein	Fett	Stickstofffr. Extraktstoffe	Rohfaser	Asche
Gluten feed . .	9,1	21,7	8,8	52,5	7,1	0,8
„ meal . .	9,1	33,9	9,9	44,9	1,4	0,8

	Anzahl der Sorten	Anzahl der Einzelversuche	Organische Substanz %	Roh-protein %	Rohfett %	Stickstoff-freie Extraktstoffe %	Rohfaser %
Maisölkuchen	1	2	82	78	91	84	75
Mohnkuchen	1	3	75	79	92	64	61
Nigerkuchen	1	2	78	87	91	78	52
Sesamkuchen	3	8	87	92	94	71	73
			77—94	90—94	90—96	56—89	31—97
Sojabohnenmehl	3	6	90	90	88	94	78
			87—94	88—93	82—93	90—100	36—100
Desgl., entfettet	2	2	97	92	68	100	99
			96—97	92—92	30—100	98—100	68—100
Sonnenblumensaatkuchen	2	6	74	92	90	71	26
			72—76	90—95	88—93	70—71	23—30
Mowrah- oder Sheanußmehl	1	2	24	12	84	17	54
Olivenkuchen (Fruchtfleisch)	1	2	32	7	66	27	28
Rückstände v. Ajowan	1	2	65	50	95	50	31
„ „ Anissamen	1	4	59	54	94	68	1
„ „ Fenchelsamen	1	4	62	38	93	67	47
„ „ Koriander	1	2	51	55	88	8	57
„ „ Kümmelsamen	1	4	77	60	97	76	85
„ „ Selleriesamen	1	2	58	40	96	36	38
Kartoffelpülpe, getrocknet	2	3	72	—	—	84	24
			62—82			77—90	12—37
Rübenschnitzel, „	6	11	77	51	—	86	72
			74—80	34—63		82—91	67—84
Zuckerschnitzel	1	2	88	60	—	94	76
Melasse	3	4	83	52	—	91	—
			77—92	46—58		87—97	
Hefe, getrocknet	1	2	91	91	64	100	—
Heferückstände, extrahiert	1	2	82	87	38	82	—
VI. Futtermittel tierischen Ursprungs.							
Fleischfuttermehl	2	5	93	93	98	—	—
			91—96	91—97	96—100		
Kadavermehl, gewöhnliches	1	1	51	79	93	—	—
Desgl., mit Benzin gedämpft	1	2	87	84	99	—	—
Blutmehl, gewöhnliches	1	1	87	86	100	—	—
Desgl., sog. wasserlösliches	1	1	96	96	100	—	—
Desgl., hart, wahrscheinl. überhitzt	1	2	63	62	100	100	—
Fischfuttermehl, fettarm	1	2	—	90	76	—	—
Heringsmehl, fettreich	1	2	94	88	97	—	—
Walfischmehl, sehr fettreich	1	2	87	75	100	—	—
Kuhmilch	5	5	98	94	100	98	—
			97—99	91—97	—	93—99	
B. Versuche mit Pferden.							
Wiesenheu, bestes	3	4	58	63	22	65	48
			54—62	59—69	10—43	50—69	42—57
„ mittleres	11	14	50	58	18	58	39
			40—60	46—66	7—43	49—63	21—48

	Anzahl der Sorten	Anzahl der Einzelversuche	Organische Substanz %	Roh-protein %	Rohfett %	Stickstoff-freie Extraktstoffe %	Rohfaser %
Wiesenheu geringeres. . . .	4	12	46	55	29	52	38
			42—51	43—62	6—33	45—61	34—39
Alpenheu	1	2	55	58	—	62	48
Rotkleeheu	4	5	51	56	29	63	37
			49—55	51—60	27—31	61—67	35—41
Luzerneheu	4	6	58	73	14	70	46
			55—62	70—77	6—30	67—71	35—44
Weizenstroh	3	6	21	28	—	28	18
			1—56	12—44	—	4—56	3—14
Dinkelstroh	1	1	25	23	20	18	30
Kartoffeln	1	1	93	88	—	99	9
Mohrrüben	1	1	87	99	—	94	—
Hafer	16	34	69	80	71	75	(29)
			61—80	68—94	50—88	70—84	1—56
Gerste	1	1	87	80	42	87	(100)
Mais	2	2	89	76	61	92	(40)
			86—91	75—78	59—63	90—94	(40—100)
Mohrhirse (Sorgh. vulg.) . .	1	2	64	42	61	74	(29)
Ackerbohnen	1	5	87	86	13	94	(65)
Erbsen	1	1	80	83	7	89	(8)
Lupinen, entbittert	1	1	72	94	27	51	(51)
Leinkuchen	1	1	69	88	53	94	—
Leinsamen	1	1	64	75	52	98	—
C. Versuche mit Schweinen.							
Grünklee, Blütenknospen grün	1	2	54	49	24	71	24
„ unmittelbar vor der Blüte	1	2	49	51	31	54	43
Grünklee, Anfang der Blüte .	1	2	40	33	12	57	16
Luzerne, vor der Blüte . . .	1	2	49	68	9	54	30
„ Beginn der Blüte . .	1	2	40	34	—	66	21
Esparsette, in der Blüte, stark verunkrautet	1	2	52	37	18	66	39
Wickfutter, vor der Blüte, mit Bohnen	1	2	43	48	—	43	44
Wickfutter, etwas jünger, ohne Bohnen	1	2	47	56	14	48	43
Saure Rübenblätter	1	2	52	41	—	54	61
Weizenspreu	1	2	23	20	61	30	10
Kartoffeln	7	13	94	76	—	98	55
			91—96	57—88		97—99	28—83
„ getrocknet, Flocken . . .	1	2	95	76	—	97	72
„ „ Scheiben u. Schnitzel	5	10	91	55	—	94	73
			89—92	43—71		94—95	67—80
Kartoffeln getrocknet, Preß-kartoffeln	1	2	94	27	—	98	85
Runkelrüben, gedämpft . . .	1	2	90	58	—	96	88
„ roh	1	2	89	56	—	97	73

	Anzahl der Sorten	Anzahl der Einzelversuche	Organische Substanz %	Roh-protein %	Rohfett %	Stickstoff-freie Ex-traktstoffe %	Rohfaser %
Zuckerrüben, gedämpft	1	2	95	52	—	97	100
„ getrocknet . . .	1	2	88	26	—	96	80
„ getrockn. u. gedämpft	1	2	88	11	—	97	83
Zuckerschnitzel	2	4	75	—	—	92	63
			74—75	—	—	91—94	54—71
Trockenschnitzel	1	2	81	32	—	91	86
Gerste	10	27	82	77	44	89	12
			78—85	69—82	13—72	86—91	0—27
Mais	3	7	90	83	75	94	34
			89—90	79—86	74—77	93—95	19—44
Hafer	1	2	71	79	69	79	—
Weizen	1	2	83	80	70	83	60
Roggen	1	2	89	82	35	93	—
Mohrhirse	3	9	76	60	72	83	20
			70—80	32—62	32—89	80—87	15—48
Reis, poliert	2	2	98	86	70	100	—
			98—99	83—89	67—74	—	—
Erbsenschrot	6	11	91	90	49	96	70
			88—93	84—95	29—69	95—98	55—88
Bohnenschrot	2	4	82	84	41	91	10
			80—84	80—88	30—52	—	5—15
Reisfuttermehl	1	2	66	58	76	78	—
Roggenfuttermehl	2	4	88	85	67	91	21
			84—91	82—88	57—77	88—94	0—42
Gerstenfuttermehl	1	2	97	95	82	97	64
Roggenkleie	2	4	68	69	48	74	18
			—	66—72	33—63	73—75	9—27
Weizengrieskleie	2	4	78	85	71	82	26
			73—84	82—88	—	76—88	26—27
Weizenkleie	1	2	67	75	72	66	33
Gerstenkleie	1	2	74	85	61	80	3
Buchweizenkleie	1	1	79	81	89	96	27
Erbsenkleie	1	1	93	91	42	98	72
Getrocknete Biertreber	2	4	48	71	53	48	15
			—	64—78	49—57	43—52	14—15
Getrocknete Schlempe	1	2	58	78	56	51	36
Kokoskuchen	1	2	80	73	83	89	60
Palmkernkuchen	1	2	69	70	78	69	36
Leinkuchenmehl	1	4	80	86	80	85	12
Sojabohnenmehl, entfettet . .	1	2	91	94	—	92	61
Fleischfuttermehl	1	8	92	97	86	—	—
Kadavermehl	1	2	79	78	100	—	—
Blutmehl	1	2	90	90	100	—	—
„ sehr hart und fest . .	1	1	72	72	—	—	—
Fischfuttermehl	3	6	88	92	63	—	—
			85—90	90—95	45—10		
Maikäfer	1	6	57	69	83	—	—
Vollmilch	1	2	—	94	98	94	—
Magermilch	1	2	90	90	81	95	—
Saure Milch	1	1	95	96	95	98	—

Tabelle III. Fütterungsnormen.

(Nachdruck, auch auszugsweise, verboten.)

	Trockensubstanz im Gesamtfutter kg	Verdauliche Stoffe: Eiweiß kg	Stärkewert kg	Rohprotein kg	Fett kg	Stickstofffreie Extraktstoffe und Rohfaser kg
Pro Tag und 1000 kg Lebendgewicht.						
1. Volljährige Ochsen, Erhaltungsfutter bei Stallruhe	15—21	0,6—0,8	6,0	0,7	0,1	7,5—9,5
2. Arbeitsochsen, bei schwacher Leistung	20—25	1,1	7,4	1,3	0,3	10,6
„ „ mittlerer „	22—28	1,4	9,7	1,7	0,5	12,2
„ „ starker „	25—30	1,8	12,8	2,2	0,8	14,2
3. Mastrinder im erwachsenen Zustande .	22—28	1,5—1,7	11,5—13,5	1,8—2,2	0,7	12,0—15,0
4. Milchkühe, Milchertrag 5 kg auf 500 kg Lebendgewicht .	22—27	1,0—1,3	7,8—8,3	1,2—1,6	0,3	9,8—10,2
„ „ 10 kg auf 500 kg Lebendgewicht .	25—29	1,6—1,9	9,8—11,2	1,9—2,3	0,5	11,5—12,8
„ „ 15 kg auf 500 kg Lebendgewicht .	27—33	2,2—2,5	11,8—13,9	2,6—3,0	0,6	12,9—14,7
„ „ 20 kg auf 500 kg Lebendgewicht .	27—34	2,8—3,2	13,9—16,6	3,3—3,8	0,8	13,9—15,3
5. Schafe, volljährige, Erhaltungsfutter,						
„ gröbere Rassen	18—23	1,0	8,3	1,2	0,2	10,5
„ feinere „	20—26	1,2	9,0	1,5	0,2	11,0
6. Mastschafe, volljährige	24—32	1,6	14,5	1,9	0,7	16,0
7. Arbeitspferde, bei schwacher Leistung	18—23	1,0	9,2	1,2	0,4	9,8
„ „ mittlerer „	21—26	1,4	11,6	1,6	0,6	11,3
„ „ starker „	23—28	2,0	15,0	2,2	0,8	13,7
8. Mastschweine, in erwachsenem Zustande						
1. Periode . .	33—37	2,3	28,0	3,2	0,7	26,5
2. „ . .	28—33	2,0	26,0	3,5	0,5	25,5
3. „ . .	24—28	1,5	20,0	2,0	0,4	19,5
9. Wachsende Rinder						
a) Milch- und Arbeitsvieh						
Alter Monate — Lebendgewicht pro Kopf						
2—3 — 70 kg . . .	23	3,4	18,5	3,7	2,0	13,0
3—6 — 140 „ . . .	24	2,8	15,2	3,1	1,0	13,0
6—12 — 240 „ . . .	26	2,3	11,5	2,6	0,6	12,0
12—18 — 320 „ . . .	26	1,8	9,0	2,2	0,4	11,5
18—24 — 400 „ . . .	26	1,3	8,0	1,6	0,3	11,0
b) Zukünftiges Mastvieh						
2—3 — 75 kg . . .	23	4,5	19,5	5,0	2,3	13,5
3—6 — 150 „ . . .	24	3,5	16,5	4,0	2,0	13,0
6—12 — 250 „ . . .	26	2,8	13,5	3,2	1,0	12,5
12—18 — 350 „ . . .	26	2,2	10,0	2,6	0,5	12,5
18—24 — 430 „ . . .	26	1,5	9,0	1,8	0,4	12,0

	Trockensubstanz im Gesamtfutter kg	Verdauliche Stoffe: Eiweiß kg	Stärkewert kg	Rohprotein kg	Fett kg	Stickstofffreie Extraktstoffe und Rohfaser kg
Pro Tag und 1000 kg Lebendgewicht.						
10. Lämmer						
Alter Monate — Lebendgewicht pro Kopf						
a) Wollrassen						
5—6 — 28 kg . . .	27	**3,0**	**16,4**	3,3	0,8	15,6
6—8 — 33 „ . . .	25	**2,5**	**13,0**	2,8	0,6	13,5
8—11 — 38 „ . . .	23	**1,8**	**10,7**	2,1	0,5	11,5
11—15 — 41 „ . . .	22	**1,5**	**10,2**	1,8	0,4	11,3
15—20 — 45 „ . . .	22	**1,2**	**9,7**	1,5	0,4	11,0
Mastrassen						
5—6 — 30 kg . . .	28	**4,5**	**17,2**	5,0	1,0	15,8
6—8 — 38 „ . . .	27	**3,5**	**15,4**	4,0	0,7	15,0
8—11 — 46 „ . . .	26	**2,5**	**13,8**	3,0	0,5	14,5
11—15 — 54 „ . . .	25	**2,0**	**11,4**	2,4	0,4	12,5
15—20 — 70 „ . . .	24	**1,5**	**10,2**	1,8	0,4	12,0
c) Mastlämmer						
6—7 — 30 kg . . .	31	**3,5**	**17,0**	4,0	0,8	16,0
7—9 — 40 „ . . .	30	**3,0**	**16,0**	3,5	0,7	15,0
9—11 — 50 „ . . .	28	**2,5**	**15,0**	3,0	0,7	14,5
11. Wachsende Schweine						
a) Zuchtschweine						
2—3 — 20 kg . . .	44	**5,0—6,0**	**34,0**	5,4—6,4	1,0	28,0—29,0
3—5 — 40 „ . . .	36	**3,0—4,0**	**27,0**	4,0—5,5	0,8	23,0—24,0
5—6 — 55 „ . . .	32	**2,3—3,0**	**23,0**	3,2—3,8	0,5	21,0—22,0
6—9 — 80 „ . . .	28	**1,7—2,3**	**20,5**	2,5—3,0	0,3	19,0—20,0
9—12 — 120 „ . . .	25	**1,2—1,7**	**16,0**	1,8—2,2	0,2	15,0—15,5
b) Mastschweine						
2—3 — 20 kg . . .	44	**5,0—6,2**	**34,0**	5,4—6,6	1,0	28,0—29,0
3—5 — 50 „ . . .	36	**3,0—4,5**	**32,0**	4,0—5,6	0,9	25,5—26,5
5—6 — 65 „ . . .	32	**2,5—3,5**	**26,5**	3,5—4,4	0,7	22,5—23,5
6—9 — 90 „ . . .	28	**2,2—3,0**	**24,5**	3,0—3,9	0,5	20,5—21,5
9—12 — 130 „ . . .	25	**1,5—2,4**	**20,0**	2,2—3,2	0,3	18,5—19,5

Register.

Druck von Hermann Beyer & Söhne (Beyer & Mann) in Langensalza.

Empfehlenswerte Werke über

Landwirtschaft

Gartenbau, Forst- und Jagdwesen



aus dem Verlage von

Paul Parey / Berlin

SW 11, Hedemannstr. 10 u. 11

(Ausgegeben Juni 1921)

INHALT:

Lieferungsbedingungen.

Die nachstehend verzeichneten Bücher sind durch jede Buchhandlung sowie direkt vom Verlage zu beziehen. Auf die hier angegebenen Preise wird keinerlei Aufschlag erhoben. Porto und Verpackung werden zu den Selbstkosten berechnet.

Die Zusendung erfolgt am zweckmässigsten gegen Postnachnahme.

Bei Verkauf nach dem Auslande mit höherer Valuta wird der durch die amtliche Verkaufsordnung für Auslandslieferungen vorgeschriebene Aufschlag auf die Katalogpreise erhoben. Dieser beträgt:

100% für Belgien, Dänemark, England, Frankreich, Niederlande, U.S.A. und die Kolonien dieser Länder, Luxemburg, Norwegen, Schweden, Schweiz, Ägypten, China, Haiti, Japan, Mexiko, Persien, Siam;

60% für Italien, Portugal, Spanien und die Kolonien dieser Länder, Griechenland, Arabien, Liberia, Argentinien, Brasilien, Chile und alle anderen südlich von Mexiko liegenden Staaten sowie alle ehemaligen deutschen Kolonien.

Landwirtschaft.

1. Allgemeines.

Illustr. Landwirtschafts-Lexikon. Unter Mitwirkung zahlr. Fachmänner herausg. von Prof. Dr. *P. Gisevius*, Geh. Hofrat, Gießen. Fünfte Auflage. Mit 64 Bildnissen und 1203 Textabb. Zwei Bände. Geb., Preis 100 M. 80 Pf.

Lehrbuch der Landwirtschaft auf wissenschaftlicher und praktischer Grundlage. Von Dr. *G. Krafft*, Professor in Wien. Vier Bände. Geb., Preis 133 M. 20 Pf.

I. Band: Ackerbaulehre. 13. u. 14. Aufl. Neubearbeitet von Dr. *C. Fruwirth*, Prof. in Wien. Mit 372 Textabbildungen und 5 Tafeln. Preis 38 M. — II. Band: Pflanzenbaulehre. 12. Aufl. Neubearbeitet von Dr. *C. Fruwirth*, Prof. in Wien. Mit 289 Textabbildungen und 13 Tafeln. Geb. 33 M. 60 Pf. — III. Band: Tierzuchtlehre. 11. Aufl. Neubearb. von Dr. *Fr. Falke*, Geh. Reg.-Rat, Prof. in Dresden. Mit 354 Textabbildungen und 13 Tafeln. Geb. 28 M. — IV. Band: Betriebslehre. 12. Aufl. Neubearbeitet von Dr. *Fr. Falke*, Geh. Reg.-Rat, Prof. in Dresden. Mit 39 Textabbildungen und 3 Tafeln. Geb. 33 M. 60 Pf.

Schlipf's Handbuch der Landwirtschaft. Preisgekröntes Werk. Dreiundzwanzigste Auflage. Mit 843 Textabbildungen und 17 Farbendrucktafeln. Geb., Preis 45 M. (Partiepreis: Von 20 Stück ab je 40 M.)

Grundsätze und Ziele neuzeitlicher Landwirtschaft. Von Direktor Dr. *Th. Wölfer* in Dargun. Achte Auflage. Mit Textabb. und 1 farbigen Tafel. Geb., Preis 72 M.

Das landwirtschaftliche Unterrichtswesen und die Ausbildung des Landwirts. Von Prof. Dr. *J. Hansen*, Geh. Regierungsrat, Direktor des Landw. Instituts der Universität Königsberg i. Pr. Zweite Aufl. Preis 6 M. 20 Pf.

Der Ausbau des landwirtschaftlichen Unterrichts und Beratungswesens in Preußen. Von Dr. *G. Oldenburg*, Geheimer Ober-Reg.-Rat in Berlin. Preis 15 M. 40 Pf.

Grundzüge der Landwirtschaft für prakt. Landwirte. Von *F. Gaul*, Direktor der Landw. Winterschule Hildburghausen. Zweite Aufl. Mit 64 Textabb. Geb., Preis 5 M.

Landwirtschaftliches A B C. Hundert Grundsätze für angeh. Landwirte u. Siedler. Von Dr. *Th. Wölfer*, Direktor d. staatl. Ackerbauschule i. Dargun i. M. Preis 5 M. (Partiepreise: Von 25 Stück ab je 4 M. 50 Pf., von 100 Stück ab je 4 M.)

Anleitung zur praktischen Ausführung landwirtschaftlicher Arbeiten. Für Verwalter, Lehrlinge, strebsame Arbeiter und landw. Schüler. Herausgegeben von *H. Primke*, Ökonomieinspektor.

1. Heft. Die Hofverwaltung. Dritte Aufl. Preis 2 M.
— 2. Heft. Die Feldarbeiten. Dritte Aufl. Preis 3 M. 50 Pf.
— 3. Heft. Die Viehpflege. Dritte Auflage. Preis 2 M. 80 Pf.
4. Heft. Die Meierei. Zweite Auflage. Im Druck.

Der Landwirtschaftslehrling. Von Dr. *G. Böhme*, weil. Ökonomierat, Direktor der landw. Winterschule in Görlitz. Zehnte Aufl., herausg. v. Dr. *Th. Wölfer*, Direktor d. staatl. Ackerbauschule Dargun in Mecklenburg. Geb., Preis 24 M.

Landwirtschaftliche Sünden. Fehler im Betrieb. Von Dr. phil. *Gustav Böhme*, weil. Ökonomierat, Direktor der landw. Winterschule in Görlitz. Neunte Aufl., herausg. von Dr. *Th. Wölfer*, Direktor der staatl. Ackerbauschule Dargun i. Meckl. Geb., Preis 21 M.

Landwirtschaftliche Hefte. Herausgeber: Dr. *L. Kießling*, Prof. in Weihenstephan. Preis jedes Heftes 2 M. 70 Pf.

Heft 1. Einfluß der klimatischen Lage auf den Landwirtschaftsbetrieb. Von Prof. Dr. *A. Schnider* in München.

Heft 2/2a. Einleitung in die Technik der Getreidezüchtung. Von Prof. Dr. *L. Kießling.* Zweite Aufl. Mit 13 Textabb.

Heft 3/3a (Doppelheft). Das Unkraut und seine Bekämpfung auf dem Ackerland. Von Prof. Dr. *C. Fruwirth* in Wien. Mit Textabbildungen und Tafeln. Zweite Auflage.

Heft 4. Zusammensetzung und Futterwert von Heu und Grummet. Von Prof. Dr. *Ahr* in Weihenstephan.

Heft 5. Bodenkartierung und geologisch-agronomische Karten. Von Dr. *W. Koehne* in München.

Heft 6. Die Bedeutung des Schafes für die Land- und Volkswirtschaft. Von Prof. Dr. *Emil Pott* in München.

Heft 7. Wetterkunde und Landwirtschaft. Von Dr. *August Schmauß* in München. Mit 7 Textabbildungen.

Heft 8. Anwendung und Wirkung von Eggen und Schlichten. Von Prof. *P. Gisevius* in Gießen. Mit 57 Textabbildungen.

Heft 9. Die Walze, der Krümmer, Kultivatoren und Federzahngeräte. Von Prof. Dr. *P. Gisevius* in Gießen.

Heft 10. Kartoffeltrocknung und Kartoffelfütterung. Von Dr. *J. Paechtner* in Berlin. Zweite Auflage.

Heft 11. Die Bedeutung — Licht- und Schattenseiten — der Maschinen im Landwirtschaftsbetrieb. Von Prof. Dr. *A. Schnider* in München.

Heft 12/13. Anlage und Pflege von Dauerflächen. Von Dr. *H. Lang.* Zweite Auflage, neubearbeitet von Dr. *J. Raum.*

Heft 14. Neuerungen an den Pflugwerkzeugen und der neueste Stand des Motorpfluges. Von Prof. Dr. *P. Gisevius.*

Heft 15. Der Feldobstbau. Anleitung zur Anlage gewinnbringender landwirtschaftlicher Obstpflanzungen von Gartendirektor *A. Janson*, Eisenach. Zweite Auflage.

Heft 16/17. Mechanische Sicherheitsvorrichtungen im Landwirtschaftsbetrieb. Von Dr. *H. Puchner*, Prof. in Weihenstephan. Mit 79 Textabbildungen.

Heft 18. Feld- und Konservengemüsebau. Von *A. Janson*, Gartendirektor in Eisenach. Zweite Auflage.

Heft 19/20. Ackerbauvereine und einschlägige Organisationsmaßnahmen zur Förderung des Acker- und Saatfruchtbaues. Von Prof. Dr. *L. Kießling* in Weihenstephan.

Heft 21. Die mechanische Saatgutzubereitung bei Getreide und ihr Einfluß auf Menge und Güte der Ernte. Von Dr. *Hans Wacker*, Prof. in Hohenheim. Mit 18 Textabbildungen.

Heft 22/22a (Doppelheft). Der Anbau des Getreides mit neuen Hilfsmitteln und nach neuen Methoden. Von Geh. Hofrat Prof. Dr. *C. Kraus* in München. Mit 5 Textabbild. 2. Aufl.

Heft 23. Hagel, Hagelschädenbeurteilung und Hagelversicherung. Von Dr. *W. Rohrbeck* in Köln.

Heft 24. Steigerung der Pflanzenerträge unter dem Einflusse der Vegetationsfaktoren und der Bodenbearbeitung. Von Dr. *E. A. Mitscherlich*, Prof. in Königsberg.

Heft 25. Die Gerste mit besonderer Berücksichtigung ihrer Eignung als Brauware. Von Prof. Dr. *C. Bleisch* in Weihenstephan. Mit 6 Textabbildungen.

Heft 26/26a. Futtersilos u. Silagefutter. Von Dr. *A. Stutzer*, Geh. Reg.-Rat, Prof. in Godesberg. Zweite Aufl. Mit 13 Textabb.

Heft 27. Einjährige Futterpflanzen und Gemenge solcher. Von Prof. Dr. *C. Fruwirth* in Wien.

Heft 28. Die Sicherung der Getreideernte, insbesondere durch die künstliche Trocknung. Von Dr. *J. F. Hoffmann*, Prof. in Berlin. Mit 10 Textabbildungen.

Heft 29. Landwirtschaftlich wichtige Hülsenfruchter. Von Dr. *C. Fruwirth*, Professor in Wien. Erstes Heft: Erbse, Wicke, Ackerbohne, Lupine und Linse. Zweite Auflage. Mit 9 Textabbildungen.

Heft 30/31. Landwirtschaftlich wichtige Hülsenfruchter. Von Dr. *C. Fruwirth*, Professor in Wien. Zweites Heft: Soja, Fisole, Kicher, Erve, Ervilie, Platterbse und andere Hülsenfruchter, deren Samen als Futtermittel eingeführt werden. Zweite Auflage. Mit 4 Tafeln und 13 Textabbild.

Heft 32/33. Die Ölfrüchte. Von Dr. *Hans Wacker*, Prof. in Hohenheim. Dritte Auflage. Mit 20 Textabbildungen.

Heft 34. Der praktische Haferbau. Von Privatdozent Dr. *Zade* in Jena. Mit 10 Textabbildungen.

Heft 35. Die Pflanzkartoffel. Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. *O. Appel* in Dahlem. Zweite Aufl. Mit 7 Textabbildungen.

Heft 36. Der Anbau von Rauchtabak in Deutschland. Von Ökonomierat *Ph. Hoffmann*. Mit 2 Textabbildungen.

Heft 37/38. Die Feldberegnung. Von Geh. Reg.-Rat Prof. *E. Krüger* in Berlin. Mit 12 Textabbildungen.

Heft 39/40. Anleitung zur Dränage. Von Kulturingenieur Dr. *A. Grünert* in Weimar. Mit 38 Textabbildungen.

Heft 41/43. Gemüsesamenbau. Von Dr. *L. Wittmack*, Geh. Reg.-Rat, Prof. zu Berlin. Mit 39 Textabbildungen.

Heft 44/45. Erfahrungen im Ackerbau zur Überwindung der Kriegsschäden für Groß- u. Kleinbetrieb. Leichtfaßlich dargestellt von *E. Bippart*, Arnstadt. Mit 4 Textabb.

Heft 46. Rindertuberkulose. Von Dr. med. vet. *Alfred Meyer*, Dresden. Mit 9 Textabbildungen.

Heft 47. Das Verwerfen (Abortus) und seine Nachkrankheiten (Zurückbleiben der Nachgeburt, Sterilität usw.) bei den landwirtschaftlichen Nutztieren. Von Dr. *Herbert Haupt* in Dresden. Mit 4 Textabbildungen.

Wetterkunde. Anleitung z. Beurteilung d. Wetterlage. Von Prof. *M. Hollmann,* Danzig. Zweite Auflage. Mit 16 Textabbildungen. Preis 3 M. 50 Pf.

2. Ackerbau und Agrikulturchemie.

Die Ernährung der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Von Prof. Dr. *W. Schneidewind* in Halle a. S. Vierte Auflage. Mit 15 Tafeln. Geb., Preis 72 M.

Die Ackerbaulehre. Von Dr. *Guido Krafft,* weil. Prof. in Wien. Dreizehnte und vierzehnte Auflage, neubearbeitet von Dr. *C. Fruwirth,* Prof. in Wien. Mit 372 Textabbildungen und 5 Tafeln. Geb., Preis 38 M.

Tagesfragen aus dem modernen Ackerbau. Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. *K. von Rümker* in Emersleben.

Heft 1/1a: Der Boden und seine Bearbeitung. 8. Aufl. — Heft 2: Grundfragen der Düngung. 7. Aufl. — Heft 3/3a: Stallmist- u. Gründüngung. 4. Aufl. — Heft 4/4a: Über Fruchtfolge. 6. Aufl. — Heft 5/5a: Sortenauswahl bei Getreide. 5. Aufl. — Heft 6/6a: Sortenauswahl bei Hackfrüchten. 4. Aufl. — Heft 7: Der Saatbau und die Saatbauvereine. 5. Aufl. — Heft 8/8a: Saat u. Pflege. 5. Aufl. — Heft 9/9a: Die Unkrautvertilgung. 6. Aufl. — Heft 10/10a: Ernte u. Aufbewahrung. 5. Aufl. Preis jedes Heftes 2 M. 80 Pf. (Doppelheft 5 M.) Die ganze Sammlung, in 1 Band gebunden, Preis 54 M.

Lehrbuch des Ackerbaus von Prof. Dr. *Hermann Biedenkopf* in Groß-Umstadt. Sechste Auflage. Mit 8 Tafeln und 80 Textabbildungen. Geb., Preis 12 M.

Ackerbau. Von Dir. Dr. *Droysen* u. Prof. Dr. *Gisevius,* Geh. Hofrat. Neunte Aufl. Mit 195 Textabb. Geb., Preis 6 M.

Handbuch der Moorkultur. Von Prof. Dr. *C. v. Seelhorst,* Geh. Reg.-Rat, Direktor des landw. Instituts der Universität Göttingen. Zweite, gänzlich neubearbeitete Auflage. Mit 38 Textabb. und Tafeln. Geb., Preis 18 M.

Campbells Anleitung zur zweckmäßigsten Bodenbearbeitung als Grundlage für alle Fruchtbarkeit. Bearbeitet von *F. F. Matenaers,* landw. Redakteur in Chicago. Dritte Aufl. Mit 49 Textabb. Geb., Preis 14 M.

Der Vegetationsversuch als Hilfsmittel z. Lösung v. Fragen a. d. Gebiete d. Pflanzenernährung. Von Dr. *Th. Pfeiffer,* Geh. Reg.-Rat, Prof. in Breslau. Mit 23 Textabb. Geb., Preis 28 M.

Bodenkunde für Land- und Forstwirte. Von Dr. *E. A. Mitscherlich,* Prof. an der Universität in Königsberg. Dritte Aufl. Mit 37 Textabb. Geb., Preis 50 M. 40 Pf.

Praktische Bodenkunde. Anleitung zur Untersuchung, Einteilung und Darstellung des Grund und Bodens. Von Dr. *A. Nowacki*, Prof. in Zürich. Siebente Auflage. Mit 12 Textabb. und 1 Farbendrucktafel. Geb., Preis 15 M.

Das Motorpflügen nach Erfahrungen und Beobachtungen in Nordamerika. Bearbeitet von *F. F. Matenaers*, landw. Redakteur in Chicago. Mit 47 Textabb. Geb., Preis 13 M.

Die Motorkultur in Deutschland. Unter Mitwirkung von *B. Donath* bearbeitet von Dr. *F. Bornemann*, Prof. in Berlin. Mit 121 Textabbild. Geb., Preis 11 M. 60 Pf.

Wolff's praktische Düngerlehre. Gemeinverständlicher Leitf. d. Agrikultur-Chemie. Siebzehnte Aufl., neubearb. von Dr. *H. C. Müller*, Prof. in Halle. Geb., Preis 15 M.

Leitfaden der Düngerlehre. Von Prof. Dr. *Max Kling* in Speyer a. Rh. Geb., Preis 7 M.

Anwendung künstlicher Düngemittel. Von Geh. Hofrat Prof. Dr. *Paul Wagner*-Darmstadt. Siebente Auflage. Geb., Preis 14 M.

Die heutigen künstlichen Dünger, ihr Ankauf und ihre Verwendung. Von *E. Metz*, Vorsteher der landw. Winterschule Schotten (Hessen). Dritte Aufl. Preis 5 M. 05 Pf.

Die künstlichen Stickstoffdüngemittel, ihre Herstellung und ihr Verhalten zu Boden und Pflanze. Von Dr. *Rudolf Greve* in Unna. Preis 4 M. 90 Pf.

Die Stickstoffdünger, ihre wirtschaftliche Bedeutung, Gewinnung u. Zusammensetzung sowie ihre Anwendung in der Landwirtschaft. Von Prof. Dr. *F. Honcamp* in Rostock i. M. Preis 7 M. 70 Pf.

Gründüngung auf Lehmboden. Zeitgemäße Betrachtungen von Ökon.-Rat. Dr. *Lothar Meyer*. Preis 4 M. 20 Pf.

Viehlose Gründüngerwirtschaft auf schwerem Boden. Von Dr. *G. Dehlinger*, Weilerhof. Fünfte Aufl. Pr. 4 M. 20 Pf.

Die Brache und ihre Bedeutung. Von Dr. *Paul Ehrenberg*, Prof. an der Universität Breslau. Preis 4 M.

Das Kalk-Kali-Gesetz. Neue Ratschläge zur Vermeidung von Mißerfolgen bei der Kalidüngung. Von *Paul Ehrenberg*, Prof. in Göttingen. Preis 8 M. 40 Pf.

Düngekalk. Ein Mahnruf zur Verwendung von Kalk bei dem jetzigen großen Mangel an anderen Düngemitteln. Von Prof. Dr. *A. Stutzer*, Geh. Reg.-Rat in Godesberg. Preis 7 M. 85 Pf.

Kalkstickstoff als Düngemittel. Praktische Anleitung von *Eduard Linter*-Berlin und Dr. *Adolf Münzinger*-Hirschberg (Böhm.). Gekrönte Preisschrift. Preis 4 M.

Ist Magnesia ein wichtiger Düngestoff? Von Prof. Dr. *A. Stutzer*, Geh. Reg.-Rat, Godesberg. Preis 3 M. 60 Pf.

Der Stickstoffhaushalt in der landwirtschaftlichen Praxis. Von *Adolf Neuhauß*. Preis 3 M.

Die Lehre vom Kalkfaktor. Theoretische Entwicklung, scheinbare Ausnahmen und praktische Gesichtspunkte Von Dr. *Oscar Loew*, Prof. in München. Preis 2 M.

Die Behandlung und Anwendung von Stalldünger und Jauche. Von Prof. Dr. *A. Stutzer*, in Godesberg. Vierte Auflage. Mit 36 Textabb. Preis 12 M. 60 Pf.

Praktische Fruchtfolgen mit Berücksichtigung des Zwischenfruchtbaus im norddeutschen Klima. Von Hofbesitzer *W. Eggers*. Vierte Auflage. Preis 5 M. 60 Pf.

Kohlensäure und Pflanzenwachstum. Von Prof. Dr. *F. Bornemann*, Berlin. Mit 11 Textabb. Preis 10 M. 50 Pf.

Stickstoffsammelnde Bakterien, Brache und Raubbau. Von Prof. Dr. *Th. Pfeiffer*, Breslau. Zweite Aufl. Preis 5 M.

Mergel und Mergeln. Wirkung u. Anwendung von Mergel und Düngekalk. Von Dr. *R. Heinrich*, Geh. Ökonomierat. Prof. in Rostock. Zweite Aufl. Mit 14 Textabb. Preis 2 M. 40 Pf.

Anleitung zur Untersuchung landwirtschaftlich wichtiger Stoffe. Von Dr. *C. Böhmer*. Geb., Preis 7 M.

Einfache Versuche für den Unterricht in der Chemie zur Unterweisung von studierenden Landwirten. Von Dr. *B. Tollens*. Neu herausgegeben von Prof. Dr. *Ehrenberg* in Göttingen und Privatdozent Dr. *Baule* in Hamburg. Vierte Auflage. Mit 46 Textabb. Geb., Preis 22 M. 40 Pf.

Jahresbericht über die Fortschritte auf dem Gesamtgebiete der Agrikulturchemie. Herausgegeben von Prof. Dr. *F. Mach*. Jährlich ein Band mit wechselndem Preis. 61. Jahrgang. 1918. Preis 125 M.

3. Pflanzenbau.

Die Ernährung der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Von Prof. Dr. *W. Schneidewind* in Halle a. S. Vierte Auflage. Mit 15 Tafeln. Geb., Preis 72 M.

Die Pflanzenbaulehre. Von Dr. *G. Krafft*, Prof. in Wien. Zwölfte Aufl., neubearb. von Dr. *C. Fruwirth*, Prof. i. Wien. Mit 289 Textabb. und 13 Tafeln. Geb., Preis 33 M. 60 Pf.

Pflanzenbau. Von Dr. *E. Birnbaum*. Zehnte Aufl., neubearbeitet von Prof. Dr. *P. Gisevius*. Mit 207 Textabb. und 5 farbigen Tafeln. Geb., Preis 12 M.

Zeitfragen des landwirtschaftlichen Pflanzenbaus. Praktische Winke und Ratschläge von Dr. *J. Becker* in Rostock und *L. Danger* in Neuhof. Geb., Preis 9 M.

Handbuch des Getreidebaus auf wissenschaftlicher und praktischer Grundlage. Von Dr. *Franz Schindler*, Prof. in Brünn. Zweite Aufl. Mit 130 Textabb. Geb., Pr. 50 M. 40 Pf.

Anleitung zum Getreidebau. Von Dr. *A. Nowacki*, Prof. in Zürich. Gekrönte Preisschrift. Siebente Auflage. Mit 128 Textabbildungen. Geb., Preis 14 M.

Die Saatenanerkennung. Zweck und Ausführung. Von *C. Fruwirth*, o. ö. Prof. in Wien. Mit 66 Abbildungen und 2 Tafeln im Text. Preis 11 M.

Die Gerste, ihre botanischen und brautechnischen Eigenschaften und ihr Anbau. Von Prof. Dr. *H. Quante*, Privatdozent in Breslau. Mit 35 Textabb. Geb., Preis 9 M. 60 Pf.

Der Hafer in seiner Bedeutung für die Volksernährung und Volksgesundheit. Von Dr. *Max Winckel*. Preis 2 M. 80 Pf.

Der Kartoffelbau nach seinem jetzigen rationellen Standpunkte. Von Dr. *H. Werner*. Achte Auflage, Von Prof. Dr. *C. v. Eckenbrecher*. Mit 29 Textabb. Geb., Preis 10 M.

Arbeiten des Forschungsinstitutes für Kartoffelbau an der Biolog. Reichsanstalt f. Land- u. Forstwirtschaft. Heft 1. Versuchsergebnisse im Jahre 1918. Von Prof. Dr. *O. Appel*, Geh. Reg.-Rat, u. Dr. *G. Schneider*. Preis 4 M. 20 Pf. — Heft 2. Der Kartoffelschorf. Von Dr. *H. W. Wollenweber*. Preis 8 M. 40 Pf. — Heft 3. Der Einfluß der Nährstoffe auf die Qualität der Kartoffel. Von Dr. *Adolf Kraft*. Preis 8 M. 40 Pf. — Heft 4. Versuchsergebnisse 1919. Bearbeitet von *P. Knorr*. Preis 11 M. 20 Pf. — Heft 5. Kartoffelsorten. Vorarbeiten zu einer allgemein. u. speziell. Sortenkunde. Von Dr. *Karl Snell*. Mit 2 farbig. Tafeln u. 10 Textabb. Pr. 13 M.

Knauers Rübenbau. Für Landwirte und Zuckerfabrikanten. Elfte Auflage, neubearb. von Dr. *P. Holdefleiß*, Prof. in Halle a. S. Mit 35 Textabb. Geb., Preis 10 M.

Sechzigjährige Erlebnisse eines alten Rübenanbauers. Von *A. F. Kiehl*, Ökonomierat in Münsterberg i. Schl. Zweite, erweiterte Auflage. Preis 9 M.

Der rationelle Futterbau. Praktische Anleitung für Landwirte von Dr. *F. G. Stebler* in Zürich. Neunte Auflage. Mit 157 Textabbildungen. Geb., Preis 14 M.

Der praktische Kleegrasbau. Von Prof. Dr. *A. Nowacki* in Zürich. Fünfte Auflage. Geb., Preis 9 M.

Gemüsesamenbau. Von Geheimrat Professor Dr. *L. Wittmack*. Mit 39 Textabb. Preis 8 M. 10 Pf.

Der Flachs, seine Kultur und Verarbeitung. Nebst Vorschlägen zur Hebung des Flachsbaues. Von *R. Kuhnert*. Dritte Auflage. Mit 45 Textabbildungen. Geb. Preis 13 M.

Der Hanfbau, seine Verbreitung, seine Bedeutung und sein Betrieb. Von *Benno Marquart*. Mit 39 Textabbildungen und 2 lithogr. Tafeln. Geb., Preis 9 M.

Die Soja, eine Kulturpflanze der Zukunft, und ihre Verwertungsmöglichkeiten. Von *M. Fürstenberg*. Mit 3 Textabbildungen. Preis 2 M. 40 Pf.

Die Lupine u. ihre Bedeutung f. Landwirtschaft u. Volksernährung. Von Dr. *Max Winckel.* Preis 8 M. 40 Pf.

Handbuch des Hülsenfruchterbaues. Von Prof. Dr. *C. Fruwirth* in Wien. Dritte Auflage. Mit 75 Textabb. Geb., Preis 46 M.

Hopfenbau und Hopfenbehandlung. Von Dr. *C. Fruwirth.* Gekrönte Preisschrift. Zweite Auflage. Mit 59 Textabbildungen. Geb., Preis 9 M.

Handbuch der Tabakkunde, des Tabakbaues und der Tabakfabrikation in kurzer Fassung. Von Dr. *Richard Kißling* in Bremen. Vierte Aufl. Geb., Preis 53 M. 20 Pf.

Der Tabakbau. Von Ökonomierat *Ph. Hoffmann*, Tabakbauverständiger der Pfalz, Speyer a. Rh. Fünfte Auflage. Mit 37 Textabbildungen. Geb., Preis 9 M.

Spargelbau und Konservegemüse nach Braunschweiger Methode. Von *E. H. Meyer*, Spargelzüchter in Braunschweig. Zweite Auflage. Preis 3 M.

Anleitung zum Korbweidenbau. Von *Otto Grams-Schönsee.* Preis 4 M.
(Partiepreis: von 25 Stück ab je 3 M. 50 Pf.)

Der prakt. Getreidezuchtbetrieb. Von *R. Leidner*, Saatzuchtleiter in Berlin. Mit 26 Textabb. Kart., Preis 6 M.

Handbuch der landwirtschaftlichen Pflanzenzüchtung. Von Dr. *C. Fruwirth*, Prof. in Wien.
I. Band. Allgemeine Züchtungslehre. Fünfte Auflage. Mit 86 Textabb. und 8 Tafeln. Geb., Preis 44 M. 80 Pf.
II. Band. Mais, Futterrüben, Ölpflanzen und Gräser. Dritte Auflage. Mit 50 Textabb. Geb., Preis 32 M.
III. Band. Kartoffel, Erdbirne, Lein, Hanf, Tabak, Hopfen, Buchweizen, Hülsenfrüchte u. kleeartige Futterpflanzen. Dritte Aufl. Mit 35 Textabb. Geb., Preis 33 M. 60 Pf.
IV. Band. Die Züchtung der vier Hauptgetreidearten und der Zuckerrübe. Von Dr. *C. Fruwirth*, Dr. *Th. Roemer* und Dr. *E. von Tschermak.* Vierte Auflage. Mit Textabbildungen. In Vorbereitung.
V. Band. Die Züchtung kolonialer Gewächse. Zweite Auflage. Mit Textabbildungen. In Vorbereitung.

Der Mendelismus. In elementarer Darstellung. Von Prof. Dr. *Rich. Goldschmidt*, Mitgl. d. Kaiser-Wilhelm-Instituts f. Biologie, Berlin-Dahlem. Mit 15 Textabb. Preis 8 M. 40 Pf.

Die Ernährung der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Von Dr. *A. Mayer*, Prof. in Wageningen. Zweite Auflage. Geb., Preis 9 M.

Hagel- und Insektenschäden. Vergleichende Zusammenstellung von *M. Puppel* in Marienwerder. 40 Tafeln nebst Text. Gebunden, Preis 8 M.

4. Wiesen- und Weidenbau.

Die Düngung der Wiesen und Weiden. Von Prof. Dr. *A. Stutzer.* Dritte Auflage. Mit 7 Textabb. Preis 2 M. 80 Pf.

Die Kultur der Wiesen, ihr Wert, ihre Verbesserung, Düngung und Pflege. Von Dr. *W. Strecker*, Prof. in Leipzig. Dritte Auflage. Mit 301 Textabbildungen. Geb., Preis 24 M.

Wiesenbau auf Moorboden. Von *M. Oehme*, Direktor der Prov.-Moorkommission f. d. Provinz Posen. Dritte Auflage. Mit Textabbildungen. Preis 1 M. 60 Pf.

Der Wiesenbau im Siegerlande. Von *A. Heinemann*, Wiesenbaumeister zu Siegen. Mit 14 Tafeln und 28 Textabbildungen. Geb., Preis 13 M.

Die Bedeutung der Weiden für die deutsche Viehzucht, ihre Anlage, Pflege und Nutzung. Von *O. Ehlers*, Hofbesitzer in Strukdorf. Preis 1 M. 60 Pf.

Anlage, Pflege und Betrieb von Weiden. Die Stellung der Weiden im landwirtschaftl. Betrieb und die Weiden als Grundlage für die Schweinezucht. Sechs Vorträge. Mit 11 Textabbildungen. Preis 5 M.

Neukulturen und Viehweiden auf Heide- und Moorboden. Von *W. Lohaus*, Direktor. Preis 3 M.

Einrichtung von Viehweiden auf genossenschaftlicher Basis. Von Dr. *M. Augstin* in Berlin. Preis 2 M.

Erkennen und Bestimmen der Wiesengräser im Blüten- und blütenlosen Zustande. Von Hofrat Dr. *W. Strecker*, Prof. in Leipzig. Achte Aufl. Mit 164 Abbildungen und 9 Tafeln im Text. Kart., Preis 22 M.

5. Pflanzenkrankheiten, Schädlinge.

Handbuch der Pflanzenkrankheiten. Begründet von *Paul Sorauer.* Vierte Aufl., herausgegeb. v. Proff. Drs. *P. Graebner*, *G. Lindau* und *L. Reh.* Bd. I. Die nichtparasitären Krankheiten. Von Prof. Dr. *Paul Graebner* in Berlin. Mit 260 Textabbildungen. Geb., Preis 180 M. Bd. II. Die pflanzlichen Parasiten. Von Prof. Dr. *G. Lindau.* In 2 Halbbänden. Mit Textabbildungen. Im Druck. — Bd. III. Die tierischen Feinde. Von Prof. Dr. *L. Reh.* In 2 Halbbänden. Mit Textabbildungen. Erscheint 1922.

Lehrbuch der nichtparasitären Pflanzenkrankheiten. Für Landwirte, Gärtner und Botaniker bearbeitet von Prof. Dr. *Paul Graebner* in Berlin. Mit 244 Textabb. Geb., Preis 60 M. 20 Pf.

Die wichtigsten landw. Unkräuter, ihre Lebensgeschichte und Methoden ihrer Bekämpfung. Von Prof. Dr. *Felix Bornemann* in Berlin. Zweite Auflage. Mit 40 Textabbildungen. Geb., Preis 9 M.

Das Unkraut und seine Bekämpfung auf dem Ackerland. Von Prof. Dr. *C. Fruwirth* in Wien. Zweite Auflage. Mit 29 Textabbildungen und 3 Tafeln. Preis 5 M. 40 Pf.

Die Mittel zur Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten. Von Prof. Dr. *M. Hollrung* in Halle a. S. Zweite Aufl. Mit 30 Textabbildungen. Geb., Preis 26 M.

Zehn Gebote für die sachgemäße Aufbewahrung und Pflege der Kartoffeln in den Aufbewahrungsräumen und Haushaltungen. Von Dr. *Georg Schneider*, landwirtschaftl. Sachverständigen in Wilhelmshaven. Mit 32 Textabb. Preis 2 M. 40 Pf. 25 Stück für 50 M.

Die Blutlaus, ihre Lebensgeschichte und Bekämpfung. Von *R. Goethe*, Landes-Ökonomierat in Darmstadt. Dritte Auflage. Mit Textabbildungen. Preis 2 M.

Die Bekämpfung der Dasselfliege. Beiträge von Prof. Dr. *P. Stegmann*. Preis 2 M. 25 Pf.

Der Kartoffelkrebs, eine eigenartige, neue Kartoffelkrankheit in Deutschland. Von Dr. *Georg Schneider*, Wilhelmshaven. Preis: einzelne Stücke je 40 Pf., 100 St. für 30 M., 1000 St. für 240 M.

6. Allgemeine Tierzucht und Fütterungslehre.

Die Ernährung der landw. Nutztiere. Von Dr. *O. Kellner*, weil. Geh. Hofrat, Prof., Vorstand der Landw. Versuchsstation Möckern. Neunte Auflage, herausgeg. von Prof. Dr. *G. Fingerling* in Möckern. Geb., Preis 67 M. 20 Pf.

Grundzüge der Fütterungslehre. Gemeinverständlich dargestellt von Dr. *O. Kellner*, weil. Geh. Hofrat, Prof. Sechste Auflage, herausg. von Prof. Dr. *G. Fingerling*, Vorstand der Versuchsstation Möckern. Geb. 19 M. 60 Pf.

Fütterungslehre der landw. Nutztiere. Von Dr. *Martin Klimmer*, Ob.-Med.-Rat, Prof. in Dresden. Dritte Aufl. Mit 94 Textabb. (Veterinärhygiene Bd. II) Geb., Preis 50 M.

Die Umgestaltung der deutschen Viehzucht nach dem Kriege. Von Prof. Dr. *Fr. Aereboe*, Geh. Reg.-Rat in Hohenheim. Preis 1 M. 60 Pf.

Die Tierzuchtlehre. Von Dr. *G. Krafft*, weil. Prof. in Wien. Elfte Auflage, neubearbeitet von Dr. *Fr. Falke*, Prof. in Dresden. Mit 354 Textabbildungen und 13 Tafeln mit 57 farbigen Rassebildern. Geb., Preis 28 M.

Lehrbuch der Tierzucht. Von Prof. Dr. *H. Biedenkopf*, Gr.-Umstadt. Neunte Auflage. Mit 8 farbigen Rassebildern und 131 Textabbildungen. Geb., Preis 9 M.

Allgemeine Tierzucht. Ein Lehr- und Handbuch für Studierende und Züchter. Von Dr. *C. Kronacher*, Professor in Hannover.

Erste Abteilung (Abschnitt I u. II des Gesamtwerkes): Bedeutung d. Tierzucht u. Aufgaben d. Allg. Tierzuchtlehre. — Haustiererwerbung, Abstammung und Entwicklung der Haustiere. Zweite Auflage. Mit 97 Textabb. Im Druck.

Zweite Abteilung (Abschnitt III des Gesamtwerkes): Fortpflanzung. — Variation und Selektion. — Vererbung. Zweite Auflage. Mit 48 Textabb. und 1 farbigen Tafel. Geb., Preis 39 M.

Dritte Abteilung (Abschnitt IV und V des Gesamtwerkes): Der Artbegriff und die Wege der Artbildung. — Die Rassen. Zweite Aufl. Mit 67 Textabb. Im Druck.

Vierte Abteilung (Abschnitt VI des Gesamtwerkes): Die Züchtung: A. Zuchtwahl. B. Ausführung der Züchtung. Zweite Aufl. Mit 116 Textabb. Im Druck.

Fünfte Abteilung (Abschnitt VII des Gesamtwerkes): Aufzucht — Ernährung — Haltung — Pflege — Nutzung. Mit 174 Textabbildungen. Geb., Preis 39 M.

Sechste Abteilung [Schluß] (Abschnitt VIII des Gesamtwerkes): Öffentliche und genossenschaftliche Maßnahmen zur Förderung der Tierzucht. Geb., Preis 36 M.

Landwirtschaftliche Tierrassen. Herausgegeben von der „Deutschen Landw. Presse". Drei Mappen mit farbigen Tierbildern. Preis jeder Mappe 50 M.

Landwirtschaftliches Tieralbum. 76 Farbendruckbilder der wichtigsten Haustierrassen. Herausgegeben durch die „Deutsche Landw. Presse". Geb., Preis 40 M.

Die Anatomie und Physiologie der großen Haussäugetiere. Für Landwirte und Tierzüchter bearbeitet von Dr. *R. Disselhorst*, Prof. in Halle a. S. Dritte Auflage. Mit 371 Textabb. Geb., Preis 40 M. 60 Pf.

Die Kraftfuttermittel, ihre Rohstoffe, Herstellung, Zusammensetzung, Verdaulichkeit und Verwendung, mit besonderer Berücksichtigung der Verfälschungen und der mikroskopischen Untersuchung. Von Dr. *C. Böhmer* in Leipzig. Mit 194 Textabbildungen. Geb., Preis 30 M.

Chlorkalzium. Die Verwendung von Chlorkalzium bei der Ernährung von Tieren und Menschen. Von Dr. *A. Stutzer*, Geh. Reg.-Rat in Godesberg. Preis 3 M. 50 Pf.

Das neue Süßpreßfutterverfahren in Silos mit selbsttätiger Preßvorrichtung. Eine wertvolle Ergänzung der Dürrheubereitung von Prof. Dr. *H. v. Wenckstern*. Zweite Auflage. Mit 14 Textabbildungen. Preis 14 M.

Die Futterpreistafel. Einfaches Verfahren der Aufstellung preiswürdiger Futterrationen auf der Kellnerschen Grundlage. Von Dr. *H. Neubauer*, Professor, Direktor der landw. Versuchsstation Bonn. Mit 2 Tafeln. Preis 8 M.

Futter-Ersatzzahlen. Nachschlagebuch für den praktischen Landwirt bei der Auswahl der Futtermittel. Von Dr. *H. Clausen* i. Heide. Zweite Auflage. Kart., Preis 2 M.

Berechnung der Futterrationen. Praktische Anleitung von Dr. *A. Stutzer.* Vierte Auflage. Preis 3 M.

Kartoffeltrocknung und Kartoffelfütterung. Von Dr. *J. Paechtner* in Berlin. Zweite Auflage. Preis 2 M. 70 Pf.

Moderne Futtersilos, Silage-Bereitung und Silage-Verfütterung. Nach den in Nordamerika gemachten Erfahrungen bearb. von *F. F. Matenaers,* landw. Schriftsteller in Chicago. Mit 60 Textabb. Geb., Preis 12 M.

Futtersilos und Silagefutter. Von Dr. *A. Stutzer,* Geh. Reg.-Rat, Prof. in Godesberg. Zweite Auflage. Mit 13 Textabbildungen. Preis 5 M. 40 Pf.

7. Rindviehzucht und Milchwirtschaft.

Lehrbuch der Rinderzucht. Des Rindes Körperbau, Schläge, Züchtung, Fütterung u. Nutzung. Von Geh. Reg.-Rat Dr. *J. Hansen,* Prof. in Königsberg i. Pr. Mit 302 Textabb. Geb., Preis 115 M.

Die Rindviehzucht. Anleitung z. sachgemäßen Züchtung, Ernährung u. Benutzung d. Rindviehs v. *Hans Gutbrod,* Tierzuchtdirektor. Neunte Auflage v. Dr. *Funks* Rindviehzucht. Mit 16 Rassebildern. Geb., Preis 15 M.

Das schönste Rind. Anleitung zur Beurteilung der Körperbeschaffenheit des Rindviehs nach wissenschaftlichen und praktischen Gesichtspunkten. Von Dr. *Adolf Kraemer,* Prof. in Zürich. Dritte Auflage, neubearbeitet von Dr. *Hermann Kraemer,* Professor in Hohenheim. Mit 82 Textabbildungen und 4 Tafeln. Geb., Preis 18 M.

Nachbars Rinderzucht. Praktische Ratschläge für Landwirte von Dr. *L. Steuert,* Prof. in Weihenstephan. Mit 59 Textabbildungen. Geb., Preis 7 M.

Lehrbuch des Milchviehkontrollwesens. Grundlagen, Ziele und praktische Durchführung. Von *B. Marquart,* Tierzuchtinspektor. Mit 74 Textabb. Geb., Preis 20 M.

Die Rinderwage in der Tasche oder die Bestimmung des Lebend-Gewichts des Rindes durch zwei Maße. Von Ökonomierat *R. Strauch.* Achtzehnte Aufl. Preis 3 M. (Rollbandmaß dazu, 3 m lang, in Metallkapsel, zum Aufkurbeln.) Zum Tagespreis.

Lehrbuch der Milchwirtschaft. Von Dr. *W. Fleischmann,* Geh. Reg.-Rat, Prof. in Göttingen. Sechste Auflage. Mit dem Bildnis des Verfassers, 60 Textabbildungen und 3 Rinderbildern. Geb., Preis 61 M. 60 Pf.

Handbuch der Milchwirtschaft auf wissenschaftlicher und praktischer Grundlage. Von Dr. *W. Kirchner,* Geh. Hofrat, Prof. in Leipzig. Sechste Auflage. Mit 50 Textabbildungen. Geb., Preis 39 M. 20 Pf.

Die praktische Milchwirtschafterin. Bearbeitet von Prof. Dr. *J. Klein*, vorm. Vorsteher des Milchwirtschaftlichen Instituts zu Proskau. Zweite Auflage. Mit 29 Textabbildungen. Geb., Preis 9 M. 80 Pf.

Die Milchwirtschaft. Von Dr. *V. Funk*, Mit 75 Textabbildungen. Dritte Auflage, neubearbeitet von Prof. Dr. *W. Grimmer* in Königsberg. Geb., Preis 10 M.

Milchwirtschaftliche Betriebslehre. Von *Albin Peter*, Direktor d. Molkereischule in Rütti-Zollikofen. Geb., Pr. 16 M.

Molkereibakteriologische Betriebskontrolle. Zugleich Praktikum und Einführung in die Mykologie der Milch und ihrer Produkte. Von Dr. *A. Wolff* in Kiel. Mit 9 Textabbildungen. Kart., Preis 8 M.

Bakterienkunde für landwirtschaftliche und Molkerei-Lehranstalten, wie für die landwirtsch. Praxis. Von Dir. Dr. *P. Gordan* und *C. Bahr*, Tierarzt des bakteriologischen Instituts der Landwirtschaftskammer für die Provinz Westpreußen in Danzig. Zweite Auflage. Mit 32 Textabbildungen. Geb., Preis 6 M.

Praktische Milchuntersuchung. Anleitung zur zweckmäßigen Ausführung der einfachsten Verfahren. Von *W. Morres*, Fachlehrer zu Friedland i. B. Dritte Auflage. Mit 49 Textabb. und 1 Tafel. Kart., Preis 10 M. 50 Pf.

Die Methoden zur Untersuchung von Milch- und Molkereiprodukten. Von *Chr. Barthel*, Direktor in Experimentalfältet bei Stockholm. Dritte Auflage. Mit 72 Textabbildungen. Geb., Preis 33 M. 60 Pf.

Maschinenwesen für Molkereibeamte und für Besitzer von Dampfkesseln und Maschinen. Kurzgefaßtes Lehrbuch von *M. Altmüller*, Ingenieur in Schwerin i. M., unter Mitarbeit v. Dr. Hesse, Direktor d. Molkereischule in Güstrow. Dritte Aufl. Mit 188 Textabb. Geb., Preis 25 M. 20 Pf.

Die Bereitung von Backsteinkäsen. Von Dr. *W. Fleischmann*, Geh. Reg.-Rat, Prof. in Göttingen. Dritte Auflage. Preis 4 M. 50 Pf.

Anleitung zur Quark-Bereitung und zur Handkäse-Fabrikation. Von *W. Stieger*, Ingenieur. Dritte Auflage. Mit 16 Textabbildungen. Preis 2 M. 80 Pf.

Die Bezahlung von Milch und Rahm nach Butteranteilen. Tabellen für den praktischen Gebrauch von Dr. *J. Frost*. Zweite Auflage. Preis 3 M. 20 Pf.

8. Pferdezucht und -sport.

Handbuch für Pferdezüchter. Von *Georg Graf Lehndorff*. Sechste Auflage. Herausg. v. Siegfried Graf Lehndorff. Mit 2 Tafeln und 26 Textabb. Geb., Preis 66 M.

Grundzüge der Pferdezucht für Züchter und Landwirte. Von *Burchard v. Oettingen*, Oberlandstallmstr. Mit 27 Textabbild., 15 Rassebildern auf 10 Taf. Geb., Preis 36 M. 40 Pf.

Handbuch der Pferdekunde. Bearbeitet von Dr. *L. Born*, weil. Korpsroßarzt, und Dr. *H. Möller*, Prof. in Berlin. Achte Auflage, neubearbeitet von *H. Möller*. Mit 250 Textabbildungen und 1 Tafel. Geb., Preis 78 M.

Anleitung zur Pferdezucht im landw. Betriebe. Von *F. Oldenburg*, Reg.- und Ök.-Rat. Gekrönte Preisschrift. Vierte Auflage, neubearbeitet von Dr. *G. Frölich*, Prof. in Halle a. S. Geb., Preis 11 M.

Das Vollblutpferd. Entstehung u. Entwickelung d. Vollblutzucht u. d. Rennprüfungen u. ihr Wert f. andere Zuchten. Von *Burchard v. Oettingen*, Oberlandstallmstr. Geb., Preis 56 M.

Der Wiederaufbau der deutschen Pferdezucht nach dem Kriege. Von Prof. Dr. *C. Kronacher*. Preis 5 M.

Reiten und Fahren. Anleitung zur Kenntnis des Pferdes und zu seinem Gebrauch unter dem Sattel und im Zuge. Von Major *R. Schoenbeck*. Sechste Auflage. Mit 75 Textabbildungen. Geb., Preis 10 M.

Reit-ABC. Kurze Anleitung zum Erlernen des Reitens. Von *Richard Schoenbeck*, Major a. D. Fünfte Auflage. Mit 30 Textabbildungen. Geb., Preis 11 M. 20 Pf.

Fahr-ABC. Die Grundsätze der Beschirrung, des Anspannens und des Fahrens im Arbeits- und im Luxuszuge. Von *Richard Schoenbeck*, Major a. D. Dritte Auflage. Mit 84 Textabb. Geb., Preis 14 M.

Ratgeber beim Pferdekauf. Von Stallmeister *B. Schoenbeck*. Sechste Auflage. Mit 101 Textabbildungen und einem Taschenauszug. Geb., Preis 17 M.

Reit-Winke. Prakt. Anleitung zur Erlangung wahrer Reiterfreuden für Fachleute und Laien von Oberstleutnant *Th. Kimmerle*. Fünfte Auflage. Geb., Preis 8 M.

Die Dame als Reiterin. Einführung in die Reitkunst der Damen von *Adolf Schlaberg*, Sächs. Oberst z. D. Vierte Auflage. Mit 40 Textabb. Geb., Preis 8 M.

Die Widersetzlichkeiten des Pferdes, deren Ursachen, Folgen und abhelfende Behandlung. Von *B. Schoenbeck*. Zweite Auflage. Mit 46 Textabb. Geb., Preis 9 M.

Hufpflege, Hufschutz und -beschlag. Dargestellt für Pferdehalter und Pferdezüchter von Dr. *H. Möller*, Prof. in Berlin. Mit 87 Textabbildungen. Geb., Preis 9 M.

Die Hufkrankheiten des Pferdes, ihre Erkennung, Heilung und Verhütung. Von Prof. Dr. *H. Möller* in Berlin. Fünfte Auflage. Mit 62 Textabb. Geb., Preis 42 M.

Beurteilung und Behandlung der Fohlenhufe. Im Auftrage des Landwirtschaftsministeriums bearbeitet von *H. Koesters*, Korpsroßarzt in Berlin. Dritte Auflage, neubearbeitet von Prof. Dr. *H. Möller*. Mit 48 Textabbildungen. Preis 1 M. 60 Pf.

Die Behandlung des Pferdes. Ein Lehr- und Nachschlagebuch für Fuhrwerksbesitzer, Kutscher und Stallburschen. Von *H. von Ohlendorff*. Dritte Auflage. Geb., Preis 7 M.

Merkbuch für Herrschaftskutscher und Pferdebesitzer. Von *Th. Meinert* in Dresden. Preis 1 M.

9. Schaf-, Schweine-, Geflügelzucht usw.

Die Schafzucht. Rassen, Züchtung, Ernährung, Rentabilität und Krankheiten des Schafes, Wollkunde und technische Verarbeitung der Wolle. Von *Johannes Heyne*, Schäferei-Dir. Vierte Aufl. Mit 51 Textabb. Im Druck.

Rohdes Schweinezucht. Sechste Auflage, herausgeg. von *H. Schmidt*, Oberamtmann in Tetzlaff. Mit 69 Textabb. und 26 Rassebildern auf 13 Tafeln. Geb., Preis 47 M. 60 Pf.

Schweinezucht. Praktische Anleitung zur Rassenauswahl, Zucht, Ernährung, Haltung und Mast. Von Domänenrat *Ed. Meyer* in Friedrichswerth. Neunte Auflage. Mit 1 Tafel und 20 Textabbildungen. Geb., Preis 15 M.

Nachbars Schweinezucht. Praktische Ratschläge für Landwirte von Dr. *L. Steuert*, Prof. in Weihenstephan. Mit 45 Textabbildungen. Geb., Preis 7 M.

Schweinezucht- und Mastfibel. Ein Leitfaden für Schweinehalter von *H. Schmidt*, Oberamtmann. Mit 4 Textabbildungen und 6 Rassebildern. Preis 3 M.

Zucht- und Mastschweine, ihre sachgemäße Haltung und Ernährung. Von *H. Schmidt*, Oberamtmann. Dritte Auflage. Mit 4 Rassebildern. Preis 10 M.

Schweineaufzucht bis zur Reife. Von *H. Schmidt*, Oberamtmann. Vierte Auflage. Preis 6 M.

Anleitung zur rentablen Schweinezucht. Aus langjährigen Erfahrungen für Landwirtinnen bearbeitet von *Karoline Schultze*. Zweite Auflage. Preis 2 M.

Die Schweinewage in der Tasche oder die Bestimmung des Lebendgewichts der Schweine durch zwei Maße. Von Ökonomierat *R. Strauch*. Vierte Aufl. Preis 1 M. 50 Pf.
(Rollbandmaß dazu, 3 m lang, in Metallkapsel, zum Aufkurbeln.) Zum Tagespreis.

Die Ziegenzucht mit ausführlicher Beschreibung der Ziegenrassen in Deutschland und der Schweiz. Von Dr. *G. Wilsdorf,* Tierzuchtdirektor. Dritte Auflage. Mit 75 Textabbildungen. Geb., Preis 36 M.

Anleitung zur Ziegenzucht und Ziegenhaltung. Von *F. Hilpert,* Landw.-Lehrer in Arendsee. Neunte Aufl., neubearbeitet von Zuchtinspektor *Vielhauer* in Karlsruhe. Mit 12 Textabbildungen. Preis 2 M. 10 Pf.

Die Schweizer Saanenziege, ihre Heimat, Zucht und Pflege sowie ihre Bedeutung für die deutsche Ziegenzucht. Von Dr. *G. Wilsdorf,* Tierzuchtdirektor. Dritte Auflage. Mit Textabbildungen. Preis 8 M. 40 Pf.

Ziegenmilch durchs ganze Jahr. Von Dr. *J. Adler,* Spandau. Zweite Auflage. Preis 2 M.

Schlachtkaninchenzucht, eine lohnende Nebenbeschäftigung für jedermann. Von *Alfred Beeck* in Halle a. S. Siebente Aufl. Mit 32 Textabbildungen. Preis 2 M. 80 Pf.

Die Geflügelzucht. Hand- und Lehrbuch der Rassenkunde, Zucht, Pflege und Haltung von Haus-, Hof- und Ziergeflügel. Für Züchter und Liebhaber. Von *Bruno Dürigen,* Dozent für Geflügelzucht an der Landw. Hochschule in Berlin. Dritte Auflage. In 2 Bänden.
1. Band: Arten und Rassen. Mit 24 vielfarb. Rassetafeln, 250 Rassebildern und 36 Textabb. Geb., Preis 75 M.
2. Band: Im Druck. Ausgabe erfolgt in Lieferungen je nach Erscheinen.

Pribyl-Dürigen's Geflügelzucht. Neunte Auflage, neubearbeitet von *B. Dürigen.* Mit 47 Textabb. Im Druck.

Neuzeitliche Geflügelzucht in der Landwirtschaft. Von *Margarete Preuß,* Leiterin der Geflügelzuchtanstalt Ornis, Schloß Oberglogau. Mit 7 Textabb. Preis 4 M. 20 Pf.

Gänse, Gänsefleisch, Gänsezucht. Von *Bruno Dürigen.* Zweite Auflage. Mit 6 Textabb. Preis 3 M. 40 Pf.

Geflügelpflege in Gesundheit und Krankheit. Bearbeitet von *L. Steuert,* weil. Professor in Weihenstephan. Dritte Auflage. Mit 14 Textabbildungen. Preis 4 M. 20 Pf.

Stalleinrichtungen für Hühner und Wassergeflügel. Von *Alfred Beeck.* Mit 13 Textabbildungen. Preis 3 M. 60 Pf.

Stallpflege und Stallbehandlung des Geflügels und die für die Landwirtschaft empfehlenswertesten Geflügelrassen. Von *Alfred Beeck,* Leiter der Versuchs- und Lehranstalt f. Geflügelzucht, Halle a. S. Preis 3 M. 60 Pf.

Berlepsch's Bienenzucht nach ihrem jetzigen rationellen Standpunkte. Siebente Aufl., bearbeitet von *E. Knoke* in Hannover. Mit 45 Textabbildungen. Geb., Preis 13 M.

Zeitgemäße Bienenzucht. Von Prof. Dr. *E. Zander.*
1. Heft. Bienenwohnung und Bienenpflege. Dritte Auflage. Mit 34 Textabbildungen. Preis 5 M. 60 Pf.
2. Heft. Zucht und Pflege der Bienenkönigin. Zweite Auflage. Mit 35 Textabbildungen. Preis 2 M. 80 Pf.

Die Zukunft der deutschen Bienenzucht. Von Prof. Dr. *Enoch Zander*, Erlangen. Zweite Auflage. Preis 5 M.

10. Gesundheitspflege und Tierheilkunde.

Veterinärhygiene. Gesundheitspflege und Fütterungslehre der landw. Nutztiere. Von Dr. *M. Klimmer*, Ob.-Med.-Rat, Prof. in Dresden. Dritte Auflage. Bd. I. **Gesundheitspflege und Seuchenlehre.** Mit 270 Textabbildungen. Gebunden, Preis 72 M. 50 Pf. — Bd. II. **Fütterungslehre.** Mit 94 Textabbildungen. Geb., Preis 50 M.

Haubners landwirtschaftliche Tierheilkunde. Neunzehnte Auflage, herausgegeben von Dr. *O. Röder*, Geh. Medizinalrat, Prof. an der Tierärztlichen Hochschule zu Dresden. Mit 165 Textabbildungen. Im Druck.

Das Buch vom gesunden und kranken Haustier. Leichtverständlicher Ratgeber, Pferde, Rinder, Schafe, Schweine, Ziegen, Hunde und Geflügel zu schützen und zu heilen. Von Dr. *L. Steuert*, weil. Prof. in Weihenstephan. Achte Auflage. Mit 381 Textabbildungen und einem Anhang über Viehkauf und Verkauf, Pflege der Ausstellungstiere, Viehtransport und Versicherung. Geb., Preis 45 M. (Partiepreis: von 20 Stück ab je 40 M.)

Johnes Gesundheitspflege der landwirtschaftlichen Haussäugetiere. Zweite Auflage, herausgegeben von Medizinalrat Dr. *M. Klimmer*, Prof. zu Dresden. Mit 151 Textabbildungen. Geb., Preis 9 M.

Geburtshilfe. Für Landwirte bearbeitet von Veterinärrat *A. Tapken*, Amtstierarzt. Fünfte Auflage, hrsg. von Dr. *Leonh. Schmidt*, Kreistierarzt. Mit 33 Textabbildungen. Geb., Preis 15 M.

Die Hufkrankheiten des Pferdes, ihre Erkennung, Heilung und Verhütung. Von Prof. Dr. *H. Möller* in Berlin. Fünfte Aufl. Mit 62 Textabb. Geb., Preis 42 M.

Der gesunde Hund. Geschichte, Rassen, Aufzucht, Erziehung, Pflege und Verwendung. Von Dr. *G. Müller*, Geh. Medizinalrat, Prof. in Dresden. Dritte Auflage. Mit 83 Textabbildungen. Geb., Preis 15 M.

Der kranke Hund. Von Dr. *G. Müller*, Geh. Medizinalrat, Prof. in Dresden. Vierte Auflage. Mit 76 Textabbildungen. Geb., Preis 10 M.

Nachbars Rat in Viehnöten, oder wie der Landmann erkranktes Vieh pflegen und heilen soll. Von Dr. *L. Steuert*, Prof. in Weihenstephan. Dritte Auflage. Mit 77 Textabbildungen. Geb., Preis 7 M. (Auch in polnischer Sprache erschienen. Geb., Preis 7 M.)

Viehseuchen-Gesetze nebst den zur Ausführung erlassenen Vorschriften und anderen für das Veterinärwesen wichtigen Bestimmungen. Textausgabe mit Anmerkungen, herausgegeben von *L. Nevermann*, Geheimer Reg.-Rat im Ministerium für Landwirtschaft. Zugleich sechste Aufl. v. *B. Beyer*, Viehseuchengesetze. Geb., Preis 34 M.

11. Hauswirtschaft.

Zur Stütze der Hausfrau. Lehrbuch für angehende und Nachschlagebuch für erfahrene Hausfrauen unter Berücksichtigung ländlicher Verhältnisse. Von *Hedwig Dorn*. Neunte Auflage. Mit 247 Textabb. Geb., Preis 22 M. 40 Pf.

Leitfaden für ländliche Wanderhaushaltungsschulen. Von *M. Lichtenberg*, ehem. Vorsteherin der Haushaltungsschule in Neustädtel. Kart., Preis 5 M.

Das Landkochbuch. Anleitung zur Herstellung nahrhafter, schmackhafter und preiswerter Kost. Von *H. Caspari* und *E. Kleemann*, Vorsteherinnen der landw. Haushaltungsschulen in Wandersleben und in Herzberg. Dritte Auflage. Geb., Preis 16 M. 80 Pf. (Partiepreise: von 20 Stück ab je 14 M., von 50 Stück ab je 12 M. 50 Pf.)

Grundsätze der Konservierung von Obst und Gemüse im Haushalt. Von Frau *W. Bird*. Kart., Preis 3 M.

Anleitung zur Obst- und Gemüseverwertung im kleinen Haushalt. Von *A. Hagemann*, Garteninspektor, und *L. Heiland*, Vorsteherin der Haushaltungsschule in Gohfeld. Zweite Auflage. Mit 33 Textabb. Preis 2 M.

Die Verwertung von Obst und Gemüse im Haushalt. Von *O. Wauer*, Obstbauwanderlehrer in Liegnitz. Mit 33 Textabbildungen. Preis 1 M. 20 Pf.

Der Kalk, ein Nährstoff und ein Heilmittel. Von Dr. *A. Stutzer* in Godesberg a. Rh. Preis 4 M. 80 Pf. (Partiepreise: von 25 Stück ab je 4 M. 20 Pf., von 100 Stück ab je 3 M. 50 Pf.)

12. Betriebslehre und Buchführung.

Allgemeine landwirtschaftliche Betriebslehre. Ein Lehrbuch für Landwirte, Volkswirte, Verwaltungsbeamte und Studierende. Von Dr. *Friedrich Aereboe*, Landesökonomierat u. Geh. Reg.-Rat, Prof. an d. landw. Hochschule Hohenheim. Fünfte Aufl. Geb., Preis 67 M. 20 Pf.

Die Beurteilung von Landgütern und Grundstücken. Ein Lehrbuch für Landwirte, Volkswirte, Kataster- und Steuerbeamte, Gebäudetaxatoren, Angestellte ländlicher Kreditanstalten usw. Von *Fr. Aereboe*, Geh. Reg.-Rat, Prof. in Hohenheim. Zweite Auflage. 2 Abdruck. Mit 52 graphischen Tafeln. Geb., Preis 60 M.

Handbuch der landwirtschaftlichen Betriebslehre. Von Dr. *Th. Freih. v. d. Goltz*, weil. Geh. Reg.-Rat, Prof. in Poppelsdorf. Fünfte Auflage, herausgegeben von Dr. *C. von Seelhorst*, Prof. in Göttingen. In Vorbereitung.

Landw. Betriebslehre. Von Dr. *Th. Wölfer*, Direktor in Dargun i. Mecklbg. Zweite Auflage. Geb., Preis 10 M.

Einführung in die Wirtschaftslehre des Landbaus. Von Dr. *E. Laur*, Prof. an der eidgen. techn. Hochschule in Zürich. Geb., Preis 44 M. 80 Pf.
(Für die Schweiz in besonderer Ausgabe bei Emil Wirz in Aarau erschienen.)

Betriebswirtschaftliche Vorträge aus dem Gebiete der Landwirtschaft. Von Prof. Dr. *Fr. Aereboe*, Geh. Reg.-Rat und Landesökonomierat.

Heft 1. Die Umgestaltung der deutschen Viehzucht nach dem Kriege. Preis 1 M. 60 Pf.

Heft 2. Die ländliche Arbeiterfrage nach dem Kriege. Preis 1 M. 60 Pf.

Heft 3. Bedeutung und Organisation der Wirtschaftsberatung im landw. Betriebe nach d. Kriege. Pr. 1 M. 15 Pf.

Heft 4. Die Erschließung des Erdballs durch die fortschreitende Vervollkommnung der Hilfsmittel des Landbaues. Preis 1 M. 70 Pf.

Heft 5. Vergangenheit und Zukunft der Löhnungsmethoden i. d. deutsch. Landwirtschaft. Preis 2 M. 80 Pf.

Leitfaden der landwirtschaftlichen Betriebslehre. Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. *Th. Freih. v. d. Goltz* in Poppelsdorf. Sechste Auflage, herausgegeben von Dr. *C. von Seelhorst*, Prof. in Göttingen. Geb., Preis 10 M.

Die Betriebslehre. Von Dr. *G. Krafft*, Prof. in Wien. Zwölfte Aufl., hrsg. von Dr. *Fr. Falke*, Prof. in Dresden. Mit 40 Textabb. und 3 Tafeln. Geb., Preis 33 M. 60 Pf.

Landwirtschaftliche Betriebslehre. Von Prof. Dr. *R. Roth.* Zwölfte Auflage. Geb., Preis 8 M. 40 Pf.

Dieterichs' einfache landwirtschaftliche Buchführung. Fünfte Auflage. Geb., Preis 20 M.

Landwirtschaftlicher Buchführer. Kontobuch und Anleitung, alle Buchungen darin richtig auszuführen. Von *K. Petri* i. Hohenwestedt. Dritte Auflage. Kart., Preis 25 M. 20 Pf.

Die landwirtschaftliche Buchführung. Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. *Freih. v. d. Goltz* in Poppelsdorf. Zwölfte Auflage, neubearbeitet von Dr. *C. von Seelhorst*, Prof. in Göttingen. Geb., Preis 10 M.

Der Guts-Sekretär. Geschäftshandbuch für den deutschen Landwirt. Prakt. Anleitung zur Abfassung aller schriftlichen Arbeiten des Landwirts in Beruf und Verwaltung. Von *Karl Petri*, Lehrer in Hohenwestedt. Sechste Aufl. Mit 678 Mustern und Formularen. Im Druck.

Das Schriftwerk des Landwirts. Anleitung zur Abfassung seiner schriftlichen Arbeiten im Beruf und bürgerlichen Leben. Von *K. Petri*, Lehrer in Hohenwestedt in Holstein. Sechste Auflage. Geb., Preis 16 M.

Selbstverwaltungsämter. Leitfaden zur Vorbereitung für staatliche und kommunale Ehrenämter des Landwirts. Von *K. Petri*, Lehrer in Hohenwestedt. Fünfte Auflage. Geb., Preis 4 M. 60 Pf.

13. Landwirtschaftliche Verwaltung, Gesetzgebung, Statistik usw.

Die neue preußische Agrargesetzgebung. Herausg. von Mitgliedern des Ministeriums für Landwirtschaft, Domänen u. Forsten.

Bd. I. Die preußischen Siedlungsgesetze nebst Ausführungsvorschriften. Von Dr. *M. Krause*, Geh. Ober-Regierungsrat. Geb., Preis 36 M. 40 Pf.

Bd. III Gesetz über die Bildung von Bodenverbesserungs-Genossenschaften vom 5. Mai 1920 nebst Ausführungsbestimmungen. Von *J. Peltzer*, Wirkl. Geh. Oberregierungsrat. Geb., Preis 20 M.

In Vorbereitung befinden sich:

Bd. II. Gesetz über Landeskulturbehörden vom 3. Juni 1919. Von *J. Peltzer*, Wirkl. Geh. Oberregierungsrat.

Bd. IV. Gesetz über die Umlegung von Grundstücken vom 21. Sept. 1920. Von *J. Peltzer*, Wirkl. Geh. Oberregierungsrat.

Das Verfahren der Landeskulturbehörden in Auseinandersetzungsangelegenheiten. Dritte Aufl. Im Auftrage des Ministeriums für Landwirtschaft neubearbeitet durch *J. Peltzer*, Wirkl. Geh. Ober-Reg.-Rat. Kleine Ausgabe. Geb., Preis 15 M. 40 Pf.

L. U. V. (Landw. Unfallversicherung). Handausgabe mit Erläuterungen von *Heinrich Noetel*, Geh. Reg.-Rat und Landesrat in Posen. Geb., Preis 9 M. 60 Pf.
Ausführungsbestimmungen dazu. Kart., Preis 6 M.

Die Familienfideikommisse in Preußen, ihre Rechtsstellung, politische, wirtschaftliche und soziale Bedeutung sowie die Wirkungen ihrer Auflösung. Von Dr. jur. *Hans von Arnim.* Preis 7 M.

Das preußische Wassergesetz vom 7. April 1913. Erläuternde Darstellung unter besonderer Berücksichtigung der für die Landwirtschaft wichtigen Bestimmungen. Von *Fr. Kreutz*, Reg.-Rat. Preis 4 M.

Die Moorkultur, ihre volkswirtschaftliche Bedeutung und Durchführung. Von Dr. *Ewald Sierig.* Mit 11 Textabbildungen. Preis 5 M.

Sieben La Plata-Jahre. Arbeitsbericht und wirtschaftspolitischer Ausblick auf die Weltkornkammer am Rio de la Plata. Von Dr. *Albert Boerger*, Direktor von „La Estanzuela“ in Uruguay. Mit 60 Abbildungen auf 30 Tafeln und 3 Kartenbeilagen. Geb., Preis 45 M.

14. Landwirtschaftliche Gewerbe.

Illustriertes Brennerei-Lexikon. Unter Mitwirkung zahlreicher Fachmänner herausgegeben von Dr. *M. Delbrück*, Geh. Reg.-Rat, Vorsteher des Instituts für Gärungsgewerbe in Berlin. Mit 622 Textabb. Geb., Preis 80 M.

Illustriertes Brauerei-Lexikon. Unter Mitwirkung zahlreicher Fachmänner herausgegeben von Dr. *M. Delbrück*, Geh. Reg.-Rat, Vorsteher des Instituts für Gärungsgewerbe in Berlin. Mit 600 Textabbildungen. Geb., Preis 76 M.

Brauerei-Maschinenkunde. Von Prof. *W. Goslich* und Dr.-Ing. *K. Fehrmann.* Erster Band: Dampfbetrieb. Von *W. Goslich.* Dritte Aufl. Mit 304 Textabbildungen und 1 Tafel. Geb., Preis 30 M.
Zweiter Band: Die Arbeitsmaschinen. Von *K. Fehrmann.* Mit 288 Textabbildungen. Geb., Preis 39 M. 20 Pf.

Maschinen-Kontrolle und Maschinen-Betriebsführung in den Gärungsgewerben. Von Dr.-Ing. *Karl Fehrmann.* Zweite Aufl. Mit 151 Textabb. Geb., Preis 64 M.

Grundriß der Bierbrauerei. Von Dr. *C. J. Lintner*, Prof., München. Fünfte Aufl. Mit 37 Textabb. Geb., Pr. 14 M.

Handbuch der Kartoffeltrocknerei. Von Prof. Dr. *E. Parow* in Berlin. Zweite Auflage. Mit 107 Textabb. und 12 Tafeln. Geb., Preis 48 M.

Das Getreidekorn, seine Bewertung und Behandlung in der Praxis, nebst Beschreibung von Speicherbauten und ihrem Zubehör. Von Dr. *J. F. Hoffmann*, Professor am Institut für Gärungsgewerbe in Berlin.

Erster Band: Die Bewertung des Getreides. Mit 77 Textabbildungen. Geb., Preis 22 M.

Zweiter Band: Die Getreidespeicher, ihre bautechnische und maschinentechnische Einrichtung sowie Besprechung der Getreide- und Allestrockner. Mit 732 Textabbildungen. Geb., Preis 96 M.

Die Nahrungsmittel aus Getreide. Ihre botanischen, chemischen und physikalischen Eigenschaften, hygienisches Verhalten, Prüfen und Beurteilen. Handbuch für Studierende und Landwirte. Von Dr. *A. Maurizio*, Prof. der technischen Hochschule in Lemberg.

Erster Band: Mahlgut und Mahlerzeugnisse. Gehalt und Aufbewahren. Die Teiggärung. Das Backen und die Eigenschaften des Brotes. Mit 180 Textabbildungen und 2 Tafeln. Geb., Preis 48 M.

Zweiter Band: Brotnahrung. Brotarten: Volks- und Soldatenbrot, Zwieback, Brotersatz und Zusätze. Graupen und Grieße. Teigwaren, Breipflanzen, Aufguß und Suppen, Mais und Maiskost, Reis und Reiskost und ihre Gefahren. Mit 6 Textabb. und 1 Tafel. Geb., Preis 21 M.

Handbuch der Kellerwirtschaft. Von *A. Freiherr von Babo* und *E. Mach.* Fünfte Auflage. Herausgegeben von Prof. Dr. *J. Wortmann*, Geh. Reg.-Rat, Direktor d. Lehranstalt f. Weinbau in Geisenheim a. Rh.

1. Halbband. Mit 256 Textabbild. Geb., Preis 120 M.
2. Halbband. Mit Textabb. Erscheint Sommer 1921.

Handbuch der fabrikativen Obstverwertung auf praktisch-wissenschaftlicher Grundlage. Von *Eduard Jacobsen* in Hamburg. Dritte Auflage. Mit 118 Textabbildungen. Geb., Preis 126 M.

Die Ziegelei als landwirtschaftliches und selbständiges Gewerbe. Von *O. Bock.* Vierte Auflage, herausgeg. von *A. Nawrath*, Ziegelei-Ingenieur. Mit 118 Textabb. Preis 10 M.

Technik und Landwirtschaft. Ingenieuraufgaben der nächsten Zukunft. Von Dr. *Wilh. Büsselberg.* Preis 7 M.

15. Landwirtschaftliches Bauwesen, Kulturtechnik und landw. Maschinen.

Engel-Noacks Handbuch des landwirtschaftlichen Bauwesens. Zehnte Aufl. d. Engel-Schubertschen Handbuches, neuverfaßt von *L. Noack*, Geh. Baurat in Berlin. Mit 1498 Textabbildungen. Geb., Preis 70 M.

Schuberts landwirtschaftliche Baukunde. Neunte Aufl., neubearb. von *Alfred Schubert*, Prof. u. Baumeister in Cassel. Mit 277 Textabbild. Geb., Preis 10 M.

Die Ausführung landwirtschaftl. Bauten in kleinen und mittleren landwirtschaftlichen Betrieben. Bearbeitet von *Fr. Keiser*, Landwirtschaftsinspektor in Wiesbaden, und *K. Birlenbach*, Baumeister in Diez. Mit 157 Textabbildungen und 11 Tafeln. Kart., Preis 10 M.

Anweisung für Domänenbauten. Behandlung von Entwürfen und Bauausführungen für die Preuß. Domänen, herausgeg. vom Preuß. Ministerium für Landwirtschaft. Dritte Auflage. Mit 39 Tafeln. Kart., Preis 15 M.

Der Viehstall. Bau und Einrichtung der Ställe für Rindvieh, Schafe und Schweine. Von *F. Engel*. Fünfte Auflage, neubearbeitet von Prof. *A. Schubert*, Cassel. Mit 98 Textabbildungen. Geb., Preis 10 M.

Die Geflügelställe, ihre bauliche Anlage und innere Einrichtung. Von *Alfred Schubert*, Prof. in Cassel. Fünfte Aufl. Neubearbeitet von *Otto Walter*, Baurat in Berlin. Mit 226 Textabbildungen. Geb., Preis 16 M.

Die Ausnutzung der Windkräfte unter besonderer Berücksichtigung der ländlichen Gemeinde-Wasser- und Elektrizitäts-Versorgung. Von *L. Hammel*, Zivil-Ingenieur in Frankfurt a. M. Zweite Auflage. Mit 97 Textabbildungen. Geb., Preis 14 M.

Wind-Elektrizität, ihre Erzeugung und Verwendung für ländliche Verhältnisse. Von Dr.-Ing. *Gottfried Liebe*, Dresden. Mit 47 Textabbildungen. Geb., Preis 9 M.

Kulturtechnische Baukunde. Von *H. Gamann*, Lehrer an der Wiesen- und Wegebauschule in Siegen.
Erster Band. Mit 224 Textabb. Geb., Preis 26 M.
Zweiter Band. Mit 269 Textabb. Geb., Preis 24 M.

Kulturtechnischer Wasserbau. Handbuch für Praktiker und Studierende von *Adolf Friedrich*, k. k. Hofrat, Prof. in Wien. Dritte Auflage.
I. Band. Mit 511 Textabb. u. 23 Tafeln. Geb., Preis 70 M.
II. Band. Mit 318 Textabb. u. 25 Tafeln. Geb., Preis 70 M.

Elektrotechnik der Landwirte. Leitfaden für landw. Lehranstalten und Landwirte mit besonderer Berücksichtigung der landw. Praxis. Von Prof. Dr. *R. Wotruba*. Zweite Auflage. Mit 53 Textabb. Geb., Preis 12 M.

Der Landwirt als Kulturingenieur. Von *Fr. Zajiček*, Prof. in Mödling. Dritte Auflage. Mit 179 Textabb. Geb., Preis 10 M.

Lehrbuch der praktischen Meßkunst mit einem Anhange über Entwässerung und Bewässerung des Bodens von Prof. *F. Zajiček* in Mödling. Dritte Auflage. Mit 192 Textabbildungen u. 3 Tafeln. Geb., Preis 30 M. 80 Pf.

Handbuch der Torfgewinnung und Torfverwertung. Von *A. Hausding*, Geh. Reg.-Rat. Fünfte Auflage. Mit 170 Textabbildungen. Geb., Preis 110 M.

Gartenbau.

Hampels Gartenbuch für Jedermann. Anleitung zur praktischen Ausübung aller Zweige der Gärtnerei. Aus der Praxis für die Praxis. Fünfte Auflage, herausgegeben von *F. Kunert*, Oberhofgärtner zu Sanssouci-Potsdam. Mit 255 Textabbild. Geb., Preis 39 M. 20 Pf.

Die Praxis der Schnittblumengärtnerei. Lehr- und Handbuch für den neuzeitlichen Gärtnereibetrieb von *Curt Reiter*, Gartenbauingenieur in Dresden. Zweite Auflage. Mit 266 Textabbildungen. Geb., Preis 75 M.

Allendorffs Kulturpraxis der Kalt- und Warmhauspflanzen. Handbuch für Erwerbs- und Privatgärtner. Vierte Auflage, unter Mitwirkung erster Fachleute bearbeitet von *Hans Memmler*. Geb., Preis 54 M.

Grundzüge der Pflanzenvermehrung von *Max Löbner*, Leiter der Gärtner-Versuchsanstalt in Bonn. Dritte Auflage. Geb., Preis 7 M.

Hampel's Handbuch der Frucht- u. Gemüse-Treiberei. Vollständige Anleitung, um Ananas, Erdbeeren, Wein, Pfirsiche, Aprikosen usw. sowie alle besseren Gemüse zu jeder Jahreszeit mit gutem Erfolg zu treiben. Vierte Auflage, neubearbeitet von *F. Kunert*, Oberhofgärtner in Sanssouci-Potsdam. Mit 83 Textabb Geb., Preis 28 M.

Botanisches Hilfs- und Wörterbuch für Gärtner, Gartenfreunde und Pflanzenliebhaber. Erklärung der botanischen Kunstausdrücke. Von *Andreas Voß*. Fünfte Auflage. Geb.. Preis 16 M. 80 Pf.

Die Ernährung gärtnerischer Kulturpflanzen. Von Prof. Dr. *P. Wagner*, Geh. Hofrat, Darmstadt. Sechste Auflage. Mit 15 Tafeln. Geb., Preis 11 M.

Der Kleingarten, seine Anlage, Einteilung und Bewirtschaftung. Von *M. Hesdörffer*. 26.—30. Taus. Preis 1 M. 60 Pf. (Partiepreise: 50 Stück 70 M., 100 Stück 120 M.)

Praktischer Obstbau. Anleitung zur erfolgreichen Baumpflege und Fruchtzucht. Von *N. Gaucher*. Fünfte Auflage, neubearbeitet von *Max Hesdörffer*. Mit 414 Textabbildungen und 4 Tafeln. Geb., Preis 25 M. 20 Pf.

Obstbaukunde. Der moderne Obstbau auf natürlicher und künstlicher Grundlage in Wort und Bild von *N. Gaucher*, Zweite Auflage, neubearbeitet von *Max Hesdörffer*. Mit 206 Textabbildungen. Geb., Preis 9 M. 60 Pf.

Der Obstbau. Anzucht und Pflege der Obstbäume, sowie Ernte, Aufbewahrung und Verwertung des Obstes. Von *R. Noack*. Siebente Auflage, bearb. von *W. Mütze*, Diplomgartenmeister. Mit 95 Textabb. Geb., Preis 13 M.

Der Obstbau. Anleitung zur Pflanzung und Pflege des Obstbaumes nebst Verzeichnis der für das nordw. Deutschland empfehlenswert. Obstsorten. Von Prof. Dr. *Fr. Götting.* Siebente Auflage. Mit 30 Textabb. Preis 6 M 40 Pf.

Der Großobstbau. Hand- und Lehrbuch des gärtnerischen und landwirtschaftlichen Erwerbsobstbaues mit Unter- u. Zwischenfrüchten. Von Gartendir. *A. Janson* in Eisenach. Zweite Auflage. Mit 135 Textabb. Geb., Preis 28 M.

Der Feldobstbau. Anleitung zur Anlage gewinnbringender landwirtschaftlicher Obstpflanzungen. Von *A. Janson,* Gartendirektor in Eisenach. Zweite Aufl. Preis 2 M. 70 Pf.

Anleitung zur Pflanzung und Pflege der Obstbäume. Von *A. Hagemann,* Obstbau-Insp. Sechste Aufl. Pr. 2 M.

Der Zwerg-Obstbaum und seine Pflege. Anleitung für Gartenfreunde und Obstzüchter von *Max Löbner,* Garteninspektor in Dresden. Zweite Auflage. Mit 46 Textabbildungen. Geb., Preis 9 M.

Beerenobst und Beerenverwertung. Anzucht und Kultur sowie die Bereitung der Beerenweine und Säfte. Von *M. Lebl.* Vierte Auflage, herausg. von *G. A. Langer,* Gartenbauinspektor in Helmstedt. Mit 45 Textabbildungen. Kart., Preis 11 M. 20 Pf.

Die Champignonzucht. Von *M. Lebl,* Hofgärtner a. D. Achte Aufl., herausg. von *G. A. Langer,* Garteninspektor in Helmstedt. Mit 35 Textabbildungen. Preis 7 M.

Landwirtschaftlicher Obst- und Gemüsebau. Von *O. Wauer,* Leiter des Obstbauinstitutes und der Feldgemüsebaustelle in Liegnitz. Zweite Auflage. Mit 40 Textabbildungen. Preis 7 M. 50 Pf.

Gressents einträglicher Gemüsebau. Neue Anleitung, auf kleinem Raum mit mäßigen Kosten regelmäßig reiche Ernten in guten Sorten zu erzielen. Vierte Auflage. Herausgeg. v. *A. Janson.* Mit 200 Textabb. Geb., Preis 16 M.

Der Gemüsebau. Anleitung zum Gebrauche an Lehranstalten und zum Selbstunterricht. Von *B. von Uslar.* Sechste Auflage, neubearbeitet von *R. Koch,* Amtsrat. Mit 110 Textabbildungen. Geb., Preis 11 M.

Gemüsebau. Anleitung für den Unterricht an landwirtschaftlichen Lehranstalten und z. Selbstgebrauch. Von Garteninspektor *E. Weirup,* Hildesheim, und Gartenmeister *E. Harth,* Calbe a. S. Mit 97 Textabb. Geb., Preis 10 M.

Der Feldgemüsebau. Mit einem Anhang „Gemüsesamenbau“. Von *Otto Wauer,* Geschäftsführer der Feldgemüsebaustelle der Landwirtschafts-Kammer für Schlesien und des Schlesischen Feldgemüsebauverbandes. Mit 58 Textabbildungen. Kart., Preis 14 M.

Feld- und Konservengemüsebau. Von *A. Janson,* Gartenbaudirektor in Eisenach. Zweite Aufl. Preis 2 M. 70 Pf.

Gewächshäuser und Mistbeete. Von *J. Hartwig*, weil. Garteninspektor. Vierte Auflage, neubearbeitet von *Curt Reiter*, Gartenbauingenieur in Dresden. Mit 55 Textabbildungen und 8 Tafeln. Geb., Preis 15 M.

Meyers immerwährender Gartenkalender. Praktische Anleitung, die in allen Monaten des Jahres im Garten und in Gewächshäusern usw. vorkommenden Arbeiten und Verrichtungen rechtzeitig auszuführen. Siebente Auflage. Geb., Preis 16 M.

Der Gärtnerberuf. Ein Führer und Berater von der Lehrzeit bis zur Selbständigkeit. Von *Theodor Lange*, weil. Inspektor der Gärtnerlehranstalt in Köstritz. Zweite Auflage, neubearbeitet von *A. Janson*, Gartendirektor in Eisenach. Geb., Preis 22 M.
(Partiepreis: von 20 Stück ab je 18 M.)

Forstwesen, Jagd und Sport, Fischerei.

Illustriertes Forst- und Jagd-Lexikon. Unter Mitwirkung zahlreicher Fachmänner aus Wissenschaft und Praxis herausgegeben von Dr. *H. v. Fürst*, Ober-Forstrat, Direktor der forstl. Hochschule Aschaffenburg. Zweite Auflage. Mit 860 Textabbildungen. Geb., Preis 72 M.

Forstwirtschaft. Von *F. Köllner*, Forstmeister in Allenstein. Mit 26 Textabbildungen. Geb., Preis 7 M.

Handbuch der kaufmänn. Holzverwertung und des Holzhandels. Von Dr. *L. Hufnagl*, Zentralgüterdirektor. Achte Auflage. Mit 31 Textabb. Geb., Preis 50 M.

Handbuch der Technik des Weichholzhandels (Fichte und Tanne) mit besonderer Berücksichtigung des Sägebetriebes und der Produktion von Schnittmaterial. Für Holzproduzenten, Holzhändler, Forstwirte und Waldbesitzer. Von *Josef Abeles*, Oberbeamter der Union-Forstindustrie A.-G., Wien. Zweite Aufl. Mit 51 Textabb. Geb., Preis 53 M. 20 Pf.

Die Begründung und Erziehung von Holzbeständen. Von Dr. *Wilhelm Borgmann*, Prof. in Gießen. Zugleich vierte, gänzlich umgearbeitete Auflage von *Urff*, Forstkulturen. Mit 35 Textabbildungen. Geb., Preis 21 M.

Lehrbuch der Holzmeßkunde. Von Dr. *Udo Müller*, Prof. in Karlsruhe. Zweite Auflage. Mit 126 Textabbildungen. Geb., Preis 36 M.

Massentafeln zur Bestimmung des Holzgehaltes stehender Waldbäume und Waldbestände. Von Dr. *F. Grundner*, Landforstmeister, und Prof. Dr. *A. Schwappach*, Geh. Reg.-Rat. Fünfte Aufl. Geb., Preis 9 M. 10 Pf.

Die Technik des Forstschutzes gegen Tiere. Anleitung zur Ausführung von Vorbeugungs- und Vertilgungsmaßregeln in der Hand des Revierverwalters, Forstschutzbeamten und Privatwaldbesitzers. Von Dr. *Karl Eckstein*, Prof. an der Forstakademie Eberswalde. Zweite Auflage. Mit 54 Textabbildungen. Geb., Preis 18 M.

Insekten-Kalender. Lebensphasen und Fraßperioden der wichtigsten schädlichen Forstinsekten. Dargestellt durch *von Binzer*, Preuß. Forstm. a. D. Fünfte Aufl. 1 M. 70 Pf.

Diezels Niederjagd. Zwölfte Aufl. der Originalausgabe, herausgegeben von Forstmeister *Frhr. v. Nordenflycht*. Mit 44 zum Teil farbigen Kunstdrucktafeln und 300 Textabbildungen. Geb., Preis 67 M. 20 Pf.

Die Hohe Jagd. Vierte Auflage. Mit 32 zum Teil farbigen Kunstdrucktafeln und 271 Textabbildungen. (Ergänzung zu Diezels Niederjagd.) Geb., Preis 67 M. 20 Pf.

Das deutsche Weidwerk. Ein Lehr- und Handbuch der Jagd von *F. von Raesfeld*. Illustriert von *Karl Wagner*. Mit 310 Textabbildungen und 18 z. T. mehrfarbigen Tafeln. Dritte, verbesserte Auflage. Geb., Preis 112 M.

Die Hege in der freien Wildbahn. Lehr- und Handbuch für Jäger und Jagdbesitzer von *F. von Raesfeld*. Illustriert von *Karl Wagner*. Mit 211 Textabb. Geb., Preis 67 M. 20 Pf.

Das Rotwild. Naturbeschreibung, Hege und Jagd des heimischen Edelwildes in freier Wildbahn. Von *F. von Raesfeld*. Dritte Aufl. Mit 180 Textabb. und 6 Farbentafeln nach Zeichnungen von *Karl Wagner*. Geb., Preis 105 M.

Das Rehwild. Naturbeschreibung, Hege u. Jagd d. Rehe in freier Wildbahn. Von *F. von Raesfeld*. Zweite Auflage. Mit 8 Tafeln und 323 Textabb. nach Zeichnungen von *Karl Wagner*. Geb., Preis 67 M. 20 Pf.

Fährten- und Spurenkunde und Beschreibung sonstiger Gewohnheiten (Zeichen) des Wildes, die dem Jäger den Standort, Wechsel oder Paß verraten. Von *Karl Brandt*. Dritte Aufl., neubearbeitet von Forstmeister *Frhr. von Nordenflycht*, Lödderitz. Mit 110 Textabb. Geb., Preis 14 M.

Wildfutter- und Remisenpflanzen und ihre Verwendung im Revier. Von Dr. *Ernst Schäff*. Mit 39 Textabbildungen. Geb., Preis 6 M. 30 Pf.

Der Jäger und Forstmann als Sammler und Präparator. Praktische Anleitung von *Ernst R. von Dombrowski*. Zweite Auflage. Mit 53 Textabb. Geb., Preis 6 M.

Jagd-ABC für alle, die Jäger werden wollen. Von *Ernst v. Dombrowski*. Dritte Aufl. Mit 28 Textabb. Geb., Pr. 7 M.

Die Kunst des Schießens mit der Büchse. Von *Robert Wild-Queisner*. Vierte Auflage. Mit 48 Textabbild. und 10 Tafeln. Geb., Preis 12 M. 60 Pf.

Die Kunst des Schießens mit der Schrotflinte. Von *B Deinert*, Oberstleutnant a. D. Fünfte Auflage. Mit 56 Textabbildungen. Geb., Preis 12 M. 60 Pf.

Handbuch der praktischen Schußwaffenkunde und Schießkunst für Jäger und Sportschützen. Von *Konrad Eilers.* Zweite Auflage. Mit 288 Textabbildungen. Geb., Preis 50 M. 40 Pf.

Der Gebrauchshund, seine Erziehung und Dressur Von *Hegendorf.* Dritte Aufl. Mit 60 Textabb. Geb., Preis 39 M.

Der Jagdspaniel, seine Erziehung u. Führung. Herausg. vom Jagdspanielklub. Vierte Aufl. Mit 47 Textabb. Geb., Preis 14 M.

Die Teichwirtschaft. Praktische Anleitung zur Anlage von Teichen und deren Nutzung. Von Dr. *B. Benecke.* Sechste Auflage, neubearbeitet von *H. v. Debschitz.* Mit 82 Textabbildungen. Kart., Preis 16 M.

Teichwirtschaft. Von *Max von dem Borne.* Sechste Auflage, neubearbeitet von *H. v. Debschitz.* Mit 50 Textabbildungen. Geb., Preis 10 M.

Anleitung zur künstlichen Fischzucht und Teichwirtschaft. Von Dr. *E. Clodi*, Präsident des oberösterr. Landes-Fischerei-Vereins. Kart., Preis 3 M.

Die Forelle und ihr Fang. Eine Monographie von *Arthur Schubart*, München. Zweite Auflage. Mit 75 Abbildungen und einer Farbendrucktafel. Geb., Preis 19 M. 60 Pf.

Fischweid und Süßwasserleben im Wechsel der Monate. Sportlich-biologisches Handbuch für alle Fischweidwerker. Von *Albin Tung.* Mit 12 Textabb. Geb., Preis 5 M.

Grüne Bücher.

(Sammlung jagdlicher Romane und Erzählungen.)

Bd. 1. **Förster Söllmann.** Von *A. Freiherr von Perfall.* Geb., Preis 24 M.

Bd. 2. **Baronin Burgl.** Von *A. Freiherr von Perfall.* Geb., Preis 24 M.

Bd. 3. **Der grüne Dämon.** Von *Julius R. Haarhaus.* Geb., Preis 24 M.

Bd. 4. **Im grünen Rock.** Erzählungen aus dem Jägerleben von *Arthur Achleitner.* Geb., Preis 16 M.

Bd. 5. **Hirschbrunn.** Eine Erzählung aus dem Wald. Von *Ferdinand von Raesfeld.* Geb., Preis 24 M.

Bd. 6. **Haus Malepartus.** Von *Julius R. Haarhaus.* Geb., Preis 24 M.

Bd. 7. **Das Geheimnis.** Von *Friedr. Freiherr v. Gagern.* Geb., Preis 24 M.

Bd. 8. **Der Birschknecht von Hambach.** Ein Jagdroman aus dem alten Jülicher Land v. *Julius R. Haarhaus.* Geb., Preis 16 M.

Bd. 9. **Der „Buchbergteifi“** und manch anderes aus dem Leben eines Jägers. Von *Ernst Johann Faber.* Geb., Preis 16 M.

Bd. 10. **Der weiße Hirsch.** Eine Romanze aus dem Schwarzwald. Von *Ferd. v. Raesfeld.* Geb., Pr. 24 M.

Bd. 11. **Mataun.** Eine Erzählung aus der Steiermark. Von *Arthur Achleitner.* Geb., Preis 24 M.

Zeitschriften.

Deutsche Landwirtschaftliche Presse. Begründet 1874. Erscheint Mittwochs und Sonnabends. Mit Handelsteil und der wöchentlichen Beilage: Land u. Frau. Farbige Kunstbeilagen. Durch jedes Postamt bezogen. Preis vierteljährlich 22 M. Probenummern umsonst u. postfrei.

Wild und Hund. Illustrierte Jagdzeitung. Begründet 1895. Erscheint jeden Freitag. Zahlreiche farbige Kunstbeilagen. Durch jedes Postamt bezogen Preis vierteljährlich 14 M. Probenummern umsonst und postfrei.

Die Gartenwelt. Illustrierte Wochenschrift für den gesamten Gartenbau. Begründet von *Max Hesdörffer* in Berlin 1896. Erscheint jeden Sonnabend. Durch jedes Postamt bezogen Preis vierteljährlich 8 M. Probenummern umsonst und postfrei.

Die Landmaschine. Zeitschrift für Herstellung, Vertrieb und Anwendung landw. Maschinen und Geräte. Verbandsorgan der deutschen Landmaschinenindustrie. Herausg. v. Wirtschaftspolitischen Ausschuß der Landmaschinen-Industrie. Erscheint wöchentlich. Preis vierteljährl. 10 M.

Land und Frau. Illustrierte Wochenschrift für deutsche Landfrauen-Arbeit. Herausgegeben von der „Deutschen Landw. Presse“. Preis vierteljährlich 3 M. 50 Pf.

Ministerialblatt der Preuß. Verwaltung für Landwirtschaft, Domänen und Forsten. XVII. Jahrgang. 1921. Preis halbjährlich 18 M.

Landw. Jahrbücher. Zeitschrift für wissenschaftliche Landwirtschaft. Herausg. von Geh. Ober-Reg.-Rat Dr. *G. Oldenburg.* 56. Bd. Preis des Bandes von 5 Heften 30 M.

Die landwirtschaftl. Versuchs-Stationen. Herausgeg. von Prof. Dr. *Fingerling*, Vorst. d. Landw. Vers.-Station Möckern. 97. Bd. Preis des Bandes von 6 Heften 60 M.

Journal für Landwirtschaft. Herausgeg. von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. v. *Seelhorst*, Göttingen. LXVIII. Jahrg. 1920. Preis des Jahrgangs von 4 Heften 32 M.

Zeitschrift für Pflanzenzüchtung. Herausgegeben von Prof. Dr. C. *Fruwirth*, Wien. Erscheint in Bänd. zu je 4 Heften mit wechselnden Preisen. VII. Band. 1920. Preis 80 M.

Zeitschrift des Deutschen Landwirtschaftsrats. Herausgegeben von Prof. Dr. *Dade*. XIX. Jahrg. 1921. Monatlich ein Heft. Preis vierteljährlich 7 M. 50 Pf.

Forstwissenschaftliches Centralblatt. Herausgegeben von den Proff. Drs. *Endres*, *Schüpfer*, *Fabricius*. XXXXIII. Jahrgang. 1921. Jährlich 12 Hefte. Preis 33 M.

Tharandter Forstliches Jahrbuch. Herausgegeben von Dr. *H. Martin* und Dr. *H. Vater* in Tharandt. 72. Band. Jährlich 6 Hefte. 15 M.

Zeitschrift für angewandte Entomologie. Herausgegeben von Dr. *K. Escherich*, Prof. in München. VII. Band 1920. Preis 120 M. Erscheint in zwanglosen Heften mit wechselnden Preisen. Ausführliche Ankündigung kostenlos.

Zeitschrift für Spiritusindustrie. Organ des Vereins der Spiritusfabrikanten in Deutschland. XLIV. Jahrgang 1921. 52 Nummern. Jährlich 70 M.

Tageszeitung für Brauerei. Eigentum des Vereins: Versuchs- und Lehranstalt für Brauerei in Berlin. XIX. Jahrg. 1921. Wöchentlich 6 Nummern. Vierteljährlich 15 M.

Wochenschrift für Brauerei. Begründet von Prof. Dr. *M. Delbrück*, herausgegeben von Proff. Drs. *F. Hayduck*, u. *W. Windisch*. XXXVIII. Jahrgang 1921. 52 Nummern. Jährlich 70 M.

Die deutsche Essigindustrie. Herausgeg. vom Institut für Gärungsgewerbe in Berlin. XXV. Jahrgang 1921. 52 Nummern. Jährlich 50 M.

Geschichte der Völker und Kulturen

von Urbeginn bis heute.

Von **Dr. Hugo Rachel.**

Gebunden, Preis 53 M. 20 Pf.

Aus den Beurteilungen:

„Ich scheue mich nicht, zu sagen, daß sein Streben nach Objektivität oft an rankische Meisterschaft anklingt. Ein durch und durch hoch erfreuliches Werk, dem eine weite Verbreitung zu wünschen ist.“

(Prof. Dr. Hans F. Helmolt in „Mitteilungen a. d. historischen Literatur“.)

Agric
Stock
K

170916

Author Kellner, Oskar Johann

Title Die Ernährung der landwirtschaftlichen Nutz-

UNIVERSITY OF TORONTO
LIBRARY

Do not
remove
the card
from this
Pocket.

Acme Library Card Pocket
Under Pat. "Ref. Index File."
Made by LIBRARY BUREAU